



**MESTRADO “QUÍMICA EM CONTEXTO ESCOLAR”**

**Aplicação das Ciências Forenses no Ensino  
Secundário: um conjunto de actividades para a  
disciplina de Física e Química A**

Rosa Maria da Silva Dias Pais

Orientador: Professor Doutor João Manuel Valente Nabais

**ÉVORA**

**2009**

Esta dissertação não inclui as críticas e sugestões feitas pelo júri

MESTRADO “QUÍMICA EM CONTEXTO ESCOLAR”

Aplicação das Ciências Forenses no Ensino Secundário: um conjunto de actividades para a disciplina de Física e Química A

Rosa Maria da Silva Dias Pais



Dissertação submetida à Universidade de Évora  
para obtenção do grau de Mestre em Química em Contexto Escolar

170 152

Orientador: Professor Doutor João Manuel Valente Nabais

Esta dissertação não inclui as críticas e sugestões feitas pelo júri

---

**O júri**

**Presidente**

---

**Vogais**

---

---

---

**Dedico este trabalho ao Rui, pela paciência e apoio,  
e aos meus filhos, Rita e Ricardo**



---

**Agradecimentos**

**Ao Professor Doutor João Manuel Valente Nabais pela simpatia, disponibilidade e orientação científica deste trabalho.**

**Aos meus alunos pelo empenho e entusiasmo com que participaram nas actividades propostas.**

**Às minhas amigas e colegas, Cristina Pinho e Marília Peres, pelo apoio, disponibilidade e conselhos oportunos que me ajudaram a continuar o desenvolvimento deste trabalho.**

---

## RESUMO

A popularidade das séries televisivas que abordam as Ciências Forenses (CSI<sup>1</sup>, *Mentes Criminosas*, *Casos Arquivados...*) permite construir actividades que envolvem os alunos numa exploração científica de modo a que dominem os conceitos e apreciem a natureza da Ciência. Estes recursos educativos aplicam uma abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade – Pensamento Crítico (CTS-PC) e podem ser explorados segundo uma metodologia de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP).

Neste trabalho são propostas actividades laboratoriais, a decorrer no contexto formal das aulas da disciplina de Física e Química A (FQ-A), utilizando sensores e a calculadora gráfica. Num contexto não-formal, e baseadas nas técnicas analíticas utilizadas em Ciências Forenses, foram desenvolvidas actividades para um Clube de Ciência ou Laboratórios Abertos, complementadas por um blogue (CSI-Mafra).

Estes recursos foram posteriormente partilhados com outros professores de Física e Química, numa acção de formação, proposta pela autora, e cujo objectivo principal foi a diversificação das estratégias de ensino e aprendizagem.

O entusiasmo dos alunos na realização das tarefas propostas e os resultados nos questionários de grau de satisfação e de opinião, aplicados a alunos e professores, sugere que as actividades desenvolvidas podem contribuir na motivação dos alunos para o estudo da Física e da Química e promover a literacia científica da comunidade escolar.

Palavras-chave: Ciências Forenses; Clube da Ciência; Laboratórios Abertos; literacia científica; Ciência-Tecnologia-Sociedade-Pensamento Crítico (CTS-PS); Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP); Física e Química A(FQ-A)

---

<sup>1</sup> *Crime Scene Investigation*

---

## **Use of Forensic Sciences in High School: resources for Physics and Chemistry – A**

### **ABSTRACT**

The high popularity between teenagers of the television series that have Forensic Sciences and Criminal Investigations as central theme, such as CSI, Dexter, Criminal Minds and Cold Case, can be used to develop learning activities that involves the students into a scientific exploration which aim is leading the students to learn Chemistry and Physics with pleasure, motivation and curiosity. The educational resources developed in this thesis make use of the strategy Science-Technology-Society – Critical Thinking (STS-CP) and can be exploited according the teaching methodology Problem Based Learning (PBL).

In this work we propose a number of laboratory activities that can be used on the classes of the High School course Physic and Chemistry A (FQ-A) and a different set of activities to be used in a non-formal teaching environment, which are based on the analytical techniques used in Forensic Sciences. The non-formal activities were developed as part of the activities of a Science Club and complemented with an interactive blog.

The teaching resources developed by us were also used in a professional training course to physics and chemistry teachers aimed to teach how to introduce new teaching-learning strategies.

The enthusiasm of the students shown during the activities and the extremely positive results of the questionnaires, applied to students and teachers after the activities, clearly indicates that the learning resources developed in this thesis contribute to the student's motivation to learn Physic and Chemistry and to promote the scientific literacy of the scholar community.

**Keywords:** Forensic Sciences, Science Club, Scientific Literacy, Physic and Chemistry A (FQ-A), Science-Technology-Society – Critical Thinking (STS-CP), Problem Based Learning (PBL).

---

## ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	V
Resumo	VI
Abstract	VII
Índice Geral	VIII
Abreviaturas utilizadas	X
Índice de Figuras	XI
Índice de Tabelas	XIII

### **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

1.1 – Contextualização e justificação do tema	15
1.2 – Objectivos e vertentes do trabalho	22
1.3 – Enquadramento nos programas de Física e Química A, do Ensino Secundário	24

### **CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA**

### **CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA E RECURSOS ELABORADOS**

3.1 - Descrição geral da metodologia aplicada	40
3.2 – Descrição dos recursos utilizados	41
3.2.1 - Actividades Laboratoriais para Física e Química - A	41
3.2.2 - Actividades no âmbito do Clube da Ciência	45
3.2.3 - Acção de Formação de Professores	55

### **CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO DOS RECURSOS UTILIZADOS**

4.1 - Instrumentos de recolha de dados	59
4.2 - Análise dos resultados	61
4.2.1- Questionário de grau de satisfação na actividade “Laboratórios Abertos – – CSI-Mafra”	61

---

4.2.2 - Questionário de opinião sobre o blogue CSI-Mafra - Professores	69
4.2.3 - Questionário de opinião sobre o blogue CSI-Mafra – Alunos	75
4.2.4 - Questionário de opinião sobre a Acção de Formação de Professores	81
<b>CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>91</b>
<b>ENDEREÇOS ELECTRÓNICOS CONSULTADOS</b>	<b>98</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>101</b>
Anexo I – Actividades Laboratoriais, utilizando interfaces automáticas de aquisição de dados, destinadas à disciplina de FQ A e grelha de observação do trabalho laboratorial	102
Anexo II – Protocolos e textos de apoio das actividades realizadas no Clube da Ciência e nos “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra”	140
Anexo III – CSI-Mafra – disciplina no <i>moodle</i> (III-a) e blogue (III-b)	163
Anexo IV – Pedido de autorização para publicação das fotografias dos alunos	188
Anexo V – Fotografias da actividade “Laboratórios Abertos - CSI-Mafra”	190
Anexo VI - Acção de Formação de Professores – “Aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e da Química” – Certificado de acreditação e questionário de opinião	195
Anexo VII – Questionário de grau de satisfação sobre os “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra”	199
Anexo VIII – Questionário de opinião sobre o blogue CSI-Mafra (alunos e professores)	204

---

## **Abreviaturas utilizadas**

**ABRP – Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas**

**AL – Actividade Laboratorial**

**APSA – Actividade Prática de Sala de Aula**

**CBR – *Calculator Based Ranger***

**CCPFC – Conselho Científico-Pedagógico de Formação Contínua**

**CTS-PC – Ciência-Tecnologia-Sociedade – Pensamento Crítico**

**FQ A – Física e Química A**

**QGS-LA – Questionário de grau de satisfação na actividade “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra”**

**QOAFP – Questionário de opinião sobre a Acção de Formação de Professores**

**QOB-A – Questionário de opinião sobre o blogue CSI-Mafra, aplicado aos alunos**

**QOB-P – Questionário de opinião sobre o blogue CSI-Mafra, aplicado aos professores**

---

## Índice de Figuras

Figura 1 – Disciplinas e técnicas aplicadas na Ciência Forense	21
Figura 3.1 - <i>Printscreen</i> da disciplina CSI-Mafra, no <i>moodle</i>	46
Figura 3.2 - Poster de divulgação das actividades do Clube da Ciência	47
Figura 3.3 - <i>Printscreen</i> do blogue CSI-Mafra	48
Figura 3.4 - Jogo/caso para resolver “ <i>Autopsy of a Murder</i> ”	49
Figura 3.5 - Casos para resolver - “ <i>Investigating Chemistry</i> ”	49
Figura 3.6 - Trajecto e distribuição das actividades nas bancadas do laboratório durante os “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra”	51
Figura 3.7 - Bancada onde era realizada a cromatografia da tinta do bilhete encontrado no local do “crime”	52
Figura 3.8 - Bancada onde era realizada a identificação de fibras e pêlos, encontrados no local do “crime”	52
Figura 3.9 - <i>Slideshow</i> das actividades realizadas nos “Laboratórios Abertos CSI-Mafra”	53
Figura 3.10 - Palestra “Crime na Sala de Ensino”	54
Figura 3.11 - <i>Printscreen</i> da página inicial , no <i>moodle</i> , de apoio à Acção de Formação	56
Figura 4.1 - Distribuição etária dos alunos que responderam ao QGS-LA	61
Figura 4.2 - Distribuição por género dos alunos que responderam ao QGS-LA	61
Figura 4.3 – Resultados obtidos na questão 1 – QGS-LA	62
Figura 4.4 – Resultados obtidos na questão 2 – QGS-LA	63
Figura 4.5– Resultados obtidos na questão 3 – QGS-LA	63
Figura 4.6 – Resultados obtidos na questão 4 – QGS-LA	64
Figura 4.7 – Resultados obtidos na questão 5 – QGS-LA	64
Figura 4.8 – Resultados obtidos na questão 6 – QGS-LA	65
Figura 4.9 – Resultados obtidos na questão 7 – QGS-LA	65
Figura 4.10 – Resultados obtidos na questão 9 – QGS-LA	66
Figura 4.11 – Resultados obtidos na questão 10 – QGS-LA	67
Figura 4.12 – Resultados obtidos nas questões 1 a 7 – QGS-LA	68
Figura 4.13 - Distribuição etária dos professores que responderam ao QOB-P	69
Figura 4.14 - Distribuição por género dos professores que responderam ao QOB-P	69

Figura 4.15 – Resultados obtidos na questão 3 – QOB-P	70
Figura 4.16 – Resultados obtidos na questão 4 – QOB-P	70
Figura 4.17 – Resultados obtidos na questão 5 – QOB-P	71
Figura 4.18 – Resultados obtidos na questão 6 – QOB-P	71
Figura 4.19 – Resultados obtidos na questão 7 – QOB-P	72
Figura 4.20 – Resultados obtidos na questão 8 – QOB-P	72
Figura 4.21 – Resultados obtidos na questão 9 – QOB-P	73
Figura 4.22 – Resultados obtidos na questão 10 – QOB-P	73
Figura 4.23 - Distribuição etária dos alunos que responderam ao QOB-A	75
Figura 4.24 - Distribuição por género dos alunos que responderam ao QOB-A	75
Figura 4.25 – Resultados obtidos na questão 3 – QOB-A	76
Figura 4.26 – Resultados obtidos na questão 4 – QOB-A	76
Figura 4.27 – Resultados obtidos na questão 5 – QOB-A	77
Figura 4.28 – Resultados obtidos na questão 6 – QOB-A	77
Figura 4.29 – Resultados obtidos na questão 7 – QOB-A	78
Figura 4.30 – Resultados obtidos na questão 8 – QOB-A	78
Figura 4.31 – Resultados obtidos na questão 9 – QOB-A	79
Figura 4.32 – Resultados obtidos na questão 10 – QOB-A	79
Figura 4.33 – Resultados obtidos na questão 11 – QOB-A	80
Figura 4.34 - Distribuição etária dos professores que responderam ao QOAFP	81
Figura 4.35 - Distribuição por género dos professores que responderam ao QOAFP	82
Figura 4.36 – Resultados obtidos na questão 3 – QOAFP	82
Figura 4.37 – Resultados obtidos na questão 4 – QOAFP	83
Figura 4.38 – Resultados obtidos na questão 5 – QOAFP	83
Figura 4.39 – Resultados obtidos na questão 6 – QOAFP	84
Figura 4.40 – Resultados obtidos na questão 7 – QOAFP	84
Figura 4.41 – Resultados obtidos na questão 8 – QOAFP	85
Figura 5.1 – Exemplo de uma <i>webquest</i> que aplica as Ciências Forenses	89



---

## **Índice de Tabelas**

Tabela 1 - Lista de verificação para elaborar um problema	35
Tabela 2 - Item de Likert	60
Tabela 3 - Adaptação do item de Likert	60

---

*“A tarefa essencial do professor é despertar a alegria de trabalhar e de conhecer”*

Albert Einstein

---

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

#### 1.1 - Contextualização e justificação do tema

Envolver e motivar os alunos é um desafio diário. A aprendizagem dos conteúdos programáticos de Física e Química não é uma tarefa fácil para os alunos, mas é indispensável a uma formação científica adequada.

Implementar os objectivos curriculares não corresponde a seguir instruções como se de uma receita se tratasse. Traduzir os conteúdos em experiências de aprendizagem produtivas requer uma apreciação de quais os conhecimentos importantes, o que interessa aos alunos e o que são já capazes de fazer e quais os recursos disponíveis e adequados (Gilbert, 2004).

Ligar a Ciência aos fenómenos sociais e aplicar a tecnologia na vida quotidiana torna a Ciência mais relevante e significativa para os estudantes (Dori e Herscovitz *in* Cachapuz, 2008). A educação em Ciência precisa de dar resposta a este contexto social e ajudar a preparar gente jovem para contribuir como cidadãos para moldar o mundo no qual viverão (Jenkins *in* Cachapuz, 2008).

O conhecimento e compreensão da Ciência é intelectualmente estimulante, levando os alunos a perceber os fenómenos naturais e a desenvolver competências práticas e de investigação que os ajudam na resolução de problemas.

A literacia científica contemporânea envolve várias dimensões interdependentes, incluindo a compreensão da natureza da ciência e da pesquisa científica, o papel do pensamento e a influência das concepções epistemológicas, centrais para a construção, disseminação e aplicação do conhecimento científico, e em que cada dimensão precisa de ser compreendida e usada explicitamente num contexto global de ensino e aprendizagem da ciência (Hand *et al*, 1999 *in* Cachapuz 2008).

---

Uma boa aula de Ciência inclui sempre discussão e debate de conceitos, provas e teoria. Compreender conceitos depende, também, da capacidade dos alunos de os reescrever na sua própria linguagem, de modo a explicar os fenómenos em novos contextos (Alsop e Hicks, 2001).

Actualmente, por vezes, o conhecimento ainda é apresentado como uma série de factos, para serem decorados e não questionados. Ao ensinar Ciência é necessário abraçar a mudança e explorar novas possibilidades.

É preciso estudar, saber escutar, responder, controlar as nossas emoções quando as coisas não correm como planeado, manter um espírito aberto e ser realista sobre as metas a atingir (Alsop e Hicks, 2001). O que o professor faz na sala de aula influencia não só as convicções dos alunos como desencadeia um conjunto de atitudes afectivas destes em relação à Ciência.

O professor deve pensar em termos de Educação através da Ciência e Educação em Ciência para responder às necessidades da sociedade actual. Segundo Woolnough (1994) a Educação através da Ciência permite ao professor o uso das aulas para atingir objectivos de educação geral, como as competências interpessoais, autoconfiança e tomada de consciência para o significado da Ciência em sociedade. A Educação em Ciência preocupa-se com a aprendizagem sobre o conteúdo específico e processos da própria Ciência.

A utilização de todos os recursos disponíveis, desde o giz à *Internet*, a recolha e uso, eficaz, de informação relevante permite desenvolver competências que promovem a compreensão dos conceitos. A Ciência está em constante evolução e todos os dias os nossos alunos, que pertencem à *zap generation*<sup>2</sup>, colocam questões sobre algo que viram na televisão ou na *Internet*, e vão criar aos professores novos e aliciantes desafios.

O professor de Ciência não tem resposta para tudo mas deve manter-se actualizado e diversificar as suas estratégias de ensino, para responder aos desafios que esta geração *zap* coloca, pois numa carreira que deverá durar cerca de 35 anos muitas coisas vão mudar.

---

<sup>2</sup>Os adolescentes do século XXI estão habituados ao ritmo da sociedade da era digital, são curiosos e activos e vivem rodeados de tecnologia. A sua vida é uma frenética mudança de canais de televisão (*zapping* em inglês), consulta de páginas da *Internet* e envio de mensagens. Daí a designação, *zap generation*, a geração *zap*.

---

Os recursos didácticos são elementos essenciais para a organização do ensino das Ciências e condicionantes da aprendizagem incluindo todos os meios que podem, de algum modo, mediar os processos de ensino e de aprendizagem. O ensino das Ciências de orientação CTS<sup>3</sup> necessita de novos materiais, documentos produzidos pelos professores ou recolhidos de fontes várias e adaptados para fins didácticos, que suportem a filosofia que lhe está subjacente (Martins, 2002).

Segundo este autor:

“...O ensino é uma actividade social pelo que tem que ser conduzido, necessariamente, em contextos sociais. Sendo o conhecimento científico aquilo que mais demarca a época actual das épocas passadas, é fundamental que ele aborde as questões-problema que também ajuda a resolver. A escolha de temas e contextos familiares e de pertinência social é pois fundamental na organização de programas escolares e de estratégias de ensino. (2002, p.11)

... Cada vez mais é saliente como é importante ensinar a saber enfrentar a evolução do conhecimento científico e tecnológico, em vez de ensinar apenas aquilo que já é conhecido. O movimento CTS para o ensino das Ciências releva a importância do ensinar a resolver problemas, a confrontar pontos de vista, a analisar criticamente argumentos, a discutir os limites de validade de conclusões alcançadas, a saber formular novas questões.” (2002, p.11)

Muito do que se ensina em Ciência não é motivador, para os alunos, porque não é relacionado com o dia-a-dia. Tudo o que é apresentado nos filmes e nos meios de comunicação é muitas vezes excitante, mas o mesmo não acontece nas escolas. Contudo não basta despertar o interesse da *zap generation* é necessário levar a uma motivação para aprender. Segundo Neto (1998, p.14-15):

(...) uma questão subsequente se coloca: a de saber levar o aluno a tomar a decisão de realizar esforços deliberados para aprender, isto é, a de saber como o ajudar a accionar os seus mecanismos de motivação. Interesse é,(...), um factor intrínseco que, se bem que possa activar os mecanismos motivacionais, pode também não o fazer. Isto porque, ao contrário da motivação, o interesse não pressupõe um esforço consciente, orientado para um dado objectivo.

Nesse sentido, parece-nos conveniente diferenciar entre procedimentos didácticos susceptíveis de apenas potenciarem o despertar do interesse dos alunos e os que, indo mais longe, são capazes de efectivamente desencadear motivação, isto é, de imprimir uma real predisposição para aprender, através da realização das tarefas constitutivas desses procedimentos.

---

<sup>3</sup> Ciência-Tecnologia-Sociedade

---

É, sem dúvida, necessário desenvolver, em contexto escolar, capacidades de pensamento reflexivo e de adaptação a novas situações na procura de soluções para os problemas, capacidades estas que irão aplicar à resolução de outros problemas que vão encontrar na vida activa. Todavia a elaboração e aplicação de actividades estruturadas para uma Educação em Ciências centrada num ensino por Resolução de Problemas apresenta ainda constrangimentos e dificuldades.

Uma delas é o facto de muitos professores não terem, na sua formação académica, abordado esta perspectiva de ensino. Embora a maioria dos professores acredite que a finalidade da educação científica é o desenvolvimento de competências para identificar e resolver problemas, a investigação actual tem demonstrado que estas competências não são habitualmente trabalhadas na escola (Vasconcelos *et al.* 2007).

Através de jornais e revistas, com notícias de situações verdadeiras, ou séries de televisão podem ser criados contextos problemáticos a serem explorados na sala de aula. Estas aprendizagens são realizadas informalmente e é possível desenvolver recursos que permitam estruturar e integrar os conhecimentos adquiridos desta forma.

Propor problemas e procurar os caminhos para a sua resolução é, na verdade, uma tarefa que para além de fundamental na actividade científica, não deixa de ser um processo intelectual decisivo para a aprendizagem das Ciências.

Apesar dos alunos valorizarem o conhecimento das Ciências como importante e útil, a sua opinião do ensino das Ciências não é positiva. Embora considerem que há um esforço por parte dos professores para diversificar os recursos educativos, não há uma adequação dos mesmos às necessidades dos alunos o que origina esta atitude negativa face ao ensino das Ciências (Mazzitelli e Aparicio, 2009).

A sociedade actual está imersa em meios audiovisuais e grande parte do tempo de ócio dos alunos é ocupado com a televisão. O ensino da Ciência necessita de métodos que dinamizem e dêem envergadura ao acto docente, rompendo com os esquemas imobilistas da tradição educativa.

O enorme sucesso das séries televisivas sobre Ciências Forenses (CSI, Mentos Criminosas, Sem Rastro...) junto dos adolescentes permite o desenvolvimento de actividades que, por incorporarem estas ciências, sejam motivadoras para a aprendizagem da Física e da Química e venham a incrementar o gosto pela investigação.

---

As personagens da série CSI, embora não representem a realidade, permitem exemplificar algumas características do trabalho científico. O processo de recolha de evidências, o tratamento de provas e a formulação de hipóteses, assemelha-se ao método científico. Assim, podem ser um meio de excelência para a elaboração de recursos que fomentam e recorrem à observação, reflexão e crítica (Borrás, 2008).

Um dos modos de desenvolver, junto dos alunos, o interesse pela aprendizagem das Ciências é a abordagem dos temas, sempre que possível, de forma contextualizada e problemática. Deste modo a aprendizagem realiza-se através de uma indagação científica, o conhecimento constrói-se de forma mais enriquecedora, estimulante e mais próxima do trabalho em Ciência.

A educação escolar deve preparar os alunos de modo a que compreendam como as investigações científicas são conduzidas e como devem tomar decisões a partir de análises fundamentadas

Daniels (2008) refere o facto de Vigotsky classificar como científicos todos os conceitos aprendidos na educação formal e como espontâneos os que resultam de uma aprendizagem informal, mas destaca a unicidade cognitiva do processo de aquisição destes conceitos.

Na teoria formulada por Vygotsy é considerado científico todo o conhecimento de origem formal, sistematizado e hierarquizado, apresentado e apreendido como parte de um sistema de relações, ao contrário do conhecimento espontâneo, constituído por conceitos não-sistemáticos, não-organizados e adquiridos em contextos da experiência quotidiana. A principal diferença está na presença ou ausência de um sistema.

O currículo nacional remete também para a importância de promover o pensamento crítico e a resolução de problemas de acordo com as orientações curriculares (2001):

(...) Sugerem-se, sempre que possível, situações de aprendizagem centradas na resolução de problemas, com interpretação de dados, formulação de problemas e de hipóteses, planeamento de investigações, previsão e avaliação de resultados, estabelecimento de comparações, realização de inferências, generalização e dedução. Tais situações devem promover o pensamento de uma forma criativa e crítica, relacionando evidências e explicações, confrontando diferentes perspectivas de interpretação científica, construindo e /ou analisando situações alternativas que exijam a proposta e a utilização de estratégias cognitivas diversificadas.

---

As Ciências Forenses são multidisciplinares (Fig.1) e utilizam o método científico na solução de crimes. Portanto, e dada a sua natureza, as actividades laboratoriais baseadas em processos forenses, podem, de alguma forma, adequar-se às orientações curriculares, designadamente porque em Ciências Forenses:

- Utilizam-se princípios e técnicas de Química, Física, Biologia, Geologia e muitas outras áreas para analisar diferentes tipos de evidências ou provas, na resolução de crimes e aplicação da lei.
- As evidências ou provas incluem amostras de vidro e solo, marcas de pneus, sangue, cabelos, drogas, fibras, armas, projecteis, documentos, fluidos biológicos, gravações de vozes e sons, impressões digitais e muito mais. A análise das evidências é feita por identificação ou por comparação.
- O processo de identificação determina a identidade química ou física de uma substância com a certeza que a técnica analítica permite.
- A análise comparativa submete a amostra e padrões aos mesmos testes e exames de modo a determinar uma origem comum.
- Os cientistas forenses utilizam testes físicos e testes químicos, como por exemplo a determinação da densidade, composição elementar, reactividade química, propriedades ópticas e índice de refração entre muitos outros.
- Na identificação e comparação são aplicados os modernos métodos instrumentais de análise tais como cromatografia em fase gasosa, HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), espectroscopia de infravermelho e ultravioleta, MS (*Mass Spectroscopy*), AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) e electroforese.



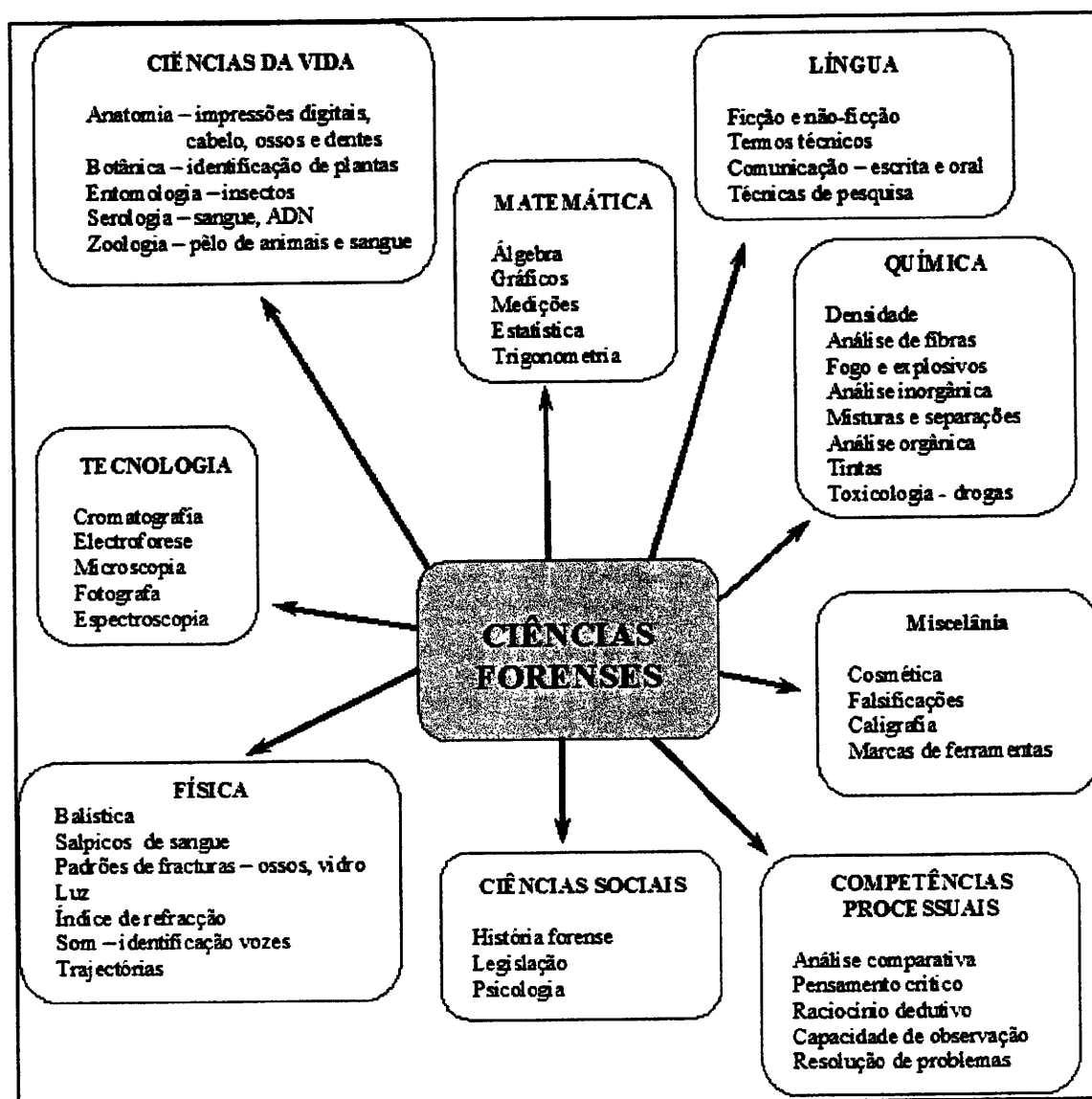


Figura 1 – Disciplinas e técnicas aplicadas na Ciência Forense  
( adaptado de *The Science Teacher* September, 2000 p.34)

É também de considerar que envolver os alunos na realização de trabalho laboratorial tende a valorizar as potencialidades deste, no sentido de permitir atingir objectivos relacionados com a aprendizagem de conhecimento conceptual e procedimental, bem como a aprendizagem de metodologia científica e a promoção de capacidades de pensamento. Neste último aspecto, é de salientar o desenvolvimento de pensamento crítico e criativo e o desenvolvimento de atitudes como, por exemplo, a abertura de espírito, a objectividade e a prontidão para suspender juízos sempre que a evidência e as razões não sejam suficientes para o sustentar (Hodson, 2000).

---

## 1.2 – Objectivos e vertentes do trabalho

Tendo em conta o exposto em 1.1 pretende-se aplicar as Ciências Forenses para:

- Motivar para o estudo da Física e da Química, incrementando o gosto pela descoberta e pela investigação.
- Familiarizar os alunos com os métodos, processos de trabalho e formas de pensar em Ciência, bem como o tratamento adequado da informação.
- Desenvolver metodologias de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas ABRP.
- Desenvolver uma visão integradora CTS-PC (Ciência-Tecnologia-Sociedade – Pensamento Crítico).
- Contribuir para o aumento da literacia científica da comunidade escolar.

Para cumprir estes objectivos propôs-se a estruturação do trabalho segundo três vertentes.

A primeira vertente, a decorrer em contexto formal, enquadrada no programa curricular da disciplina de Física e Química A do Ensino Secundário, caracterizada pela intenção de produzir aprendizagem de determinados conteúdos previamente definidos, através do tratamento de situações problemáticas relevantes para a construção de conhecimentos científicos, apoiado em actividades orientadas pelo professor.

Na segunda vertente, a decorrer em contexto não-formal, são propostas actividades organizadas de modo a constituir um momento privilegiado de educação científica, com experimentação de técnicas laboratoriais e em contacto com a realidade, cujo objectivo é estimular o interesse dos alunos por Ciência e a aprender mais sobre Ciência. Estas actividades estarão também disponíveis para a comunidade escolar e serão divulgadas *on-line*.

---

Paralelamente, e constituindo a terceira vertente, será elaborada uma proposta de acção de formação para professores, dirigida ao Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, em que se pretende divulgar a aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e Química, de modo a contribuir para a diversificação de estratégias de ensino e de aprendizagem.

No capítulo 2 será indicada a metodologia utilizada e descritos os materiais e actividades desenvolvidas no sentido de atingir os objectivos propostos.

---

### 1.3 – Enquadramento do tema nos programas de Física e Química A, do Ensino Secundário

De modo a proceder a uma contextualização didática do trabalho analisaram-se os programas das disciplinas de Física e Química A (FQ A) do Ensino Secundário, 10º (2001, p.4) e 11º ano (2003), onde estão patentes as seguintes finalidades formativas:

“...mais do que memorizar grandes quantidades de informação que, nos dias de hoje, se encontra cada vez mais acessível, importa saber procurá-la, sistematizá-la, avaliar a sua pertinência para o problema a resolver, explorá-la nas suas virtualidades. Estas competências são hoje consideradas indispensáveis e devem ser devidamente valorizadas e desenvolvidas.”

“... que se tomem como orientações para o ensino das Ciências, as perspectivas de literacia científica dos alunos, pedra basilar de uma cultura científica, e o desafio de cativar muitos deles (sobretudo os melhor preparados) para carreiras ligadas às Ciências / Tecnologias, onde não seja esquecida a profissão docente, indispensáveis ao desenvolvimento socio-económico do País.”

“...A Física e Química A terá, portanto, de ser encarada como uma via para o crescimento dos alunos e não como o espaço curricular onde se “empacotam” conhecimentos exclusivamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade.”

Estes programas privilegiam o ensino CTS-PC<sup>4</sup>, numa abordagem problemática, em que as estratégias de ensino e aprendizagem se desenvolvem a partir de situações do quotidiano. Enquanto componente de formação científica, estes programas exigem que as metodologias de ensino contemplem momentos para os alunos poderem expor as suas ideias, confrontá-las com as dos colegas, para serem analíticos e críticos. Os documentos de trabalho a usar durante e após as aulas deverão ser, por isso, diversificados.

---

<sup>4</sup> Ciência-Tecnologia-Sociedade – Pensamento Crítico

---

Alguns dos objectivos gerais destes programas (2001, p.7) são:

- Compreender o papel do conhecimento científico, e da Física e Química em particular, nas decisões do foro social, político e ambiental
- Compreender a cultura científica (incluindo as dimensões crítica e ética) como componente integrante da cultura actual
- Compreender o papel da experimentação na construção do conhecimento científico
- Melhorar as capacidades de comunicação escrita e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)
- Desenvolver a capacidade de seleccionar, analisar, avaliar de modo crítico, informações em situações concretas
- Desenvolver capacidades de trabalho em grupo: confrontação de ideias, clarificação de pontos de vista, argumentação e contra-argumentação na resolução de tarefas, com vista à apresentação de um produto final
- Desenvolver o gosto por aprender.

Neste sentido, recomenda-se que as aulas sejam organizadas de modo a que os alunos nunca deixem de realizar tarefas em que 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.

Advoga-se t a m b é m o uso de calculadoras gráficas, sensores e interfaces ligados a computadores (ou calculadoras gráficas), na realização de Actividades Laboratoriais (AL). A recolha de dados experimentais feita com uma interface de aquisição automática de dados ligada à calculadora gráfica possibilita uma maior precisão e exactidão das medidas obtidas, permitindo a construção de tabelas e gráficos, facilitando a sua análise, tratamento estatístico e visualização gráfica.

---

O uso da calculadora gráfica servirá também para o traçado e interpretação de gráficos que permitam testar previsões e/ou hipóteses, encontrar resposta a questões-problema e desenvolver o pensamento crítico.

Sugere-se que nas AL seja proposta uma questão problema cuja resolução deve implicar atitudes de reflexão e questionamento, promovendo uma articulação entre o conhecimento conceptual e prático, através do estabelecimento de relações entre as actividades desenvolvidas e os fenómenos do quotidiano.

Ao elaborar as AL, ou Actividades Práticas de Sala de Aula (APSA), em que sejam aplicadas as técnicas utilizadas em Ciências Forenses, as recomendações indicadas nos programas e alguns dos objectivos gerais podem ser cumpridos, em virtude da natureza do trabalho científico destas Ciências já descrito em 1.1.

Para a elaboração das Actividades Laboratoriais procedeu-se a uma selecção de objectivos específicos, nos programas de Física e Química de 10º e 11º ano, que apresentassem pontos comuns com o trabalho realizado nas Ciências Forenses.

No âmbito da Química foram seleccionados os seguintes objectivos específicos:

- Interpretar os princípios subjacentes à separação de componentes de algumas misturas.
- Executar as técnicas de decantação, de filtração e de destilação, de acordo com as regras de segurança.
- Aplicar outras técnicas adequadas à separação de misturas.
- Aplicar procedimentos (experimentais, consulta de documentos...) que visem a tomada de decisão sobre a natureza de uma amostra (substância ou mistura).
- Exprimir os resultados de uma medição atendendo ao número de algarismos significativos dados pela precisão do aparelho de medida.
- Interpretar a análise química qualitativa como um meio de reconhecimento da presença, ou não, de um ou mais elementos químicos na amostra em apreciação.

- 
- Relacionar o método de análise espectral com a composição química qualitativa de uma dada substância.
  - Identificar soluções, colóides e suspensões em situações do quotidiano.
  - Explicitar a composição quantitativa de uma solução.
  - Atribuir significado adequado ao termo "factor de diluição", em termos de razão entre o volume final da solução diluída e o volume inicial da solução de partida.
  - Utilizar o valor de pH de uma solução para a classificar como ácida, alcalina ou neutra.
  - Relacionar quantitativamente a concentração hidrogeniónica de uma solução e o seu valor de pH.
  - Interpretar a reacção entre um ácido e uma base.
  - Caracterizar o impacto dos ácidos sobre os carbonatos como uma reacção ácido-base onde um dos produtos é o dióxido de carbono.
  - Diferenciar sais pelo valor da solubilidade em água (muito, pouco e medianamente solúveis).
  - Caracterizar o fenómeno da dissolução como o resultado de uma interacção soluto - solvente.
  - Avaliação qualitativa (usando indicadores em solução ou em papel) ou quantitativa (usando medidores electrónicos de pH e outros sensores) de acidez, de basicidade e de neutralidade de soluções aquosas.

No âmbito da Física foram seleccionados os seguintes objectivos específicos:

- Identificar alterações de velocidade sempre que esta mude de direcção, sentido, ou módulo.

- 
- Interpretar gráficos posição-tempo que traduzam situações reais e a partir deles estimar e determinar valores de velocidade.
  - Esboçar gráficos posição-tempo e velocidade-tempo com base em descrições de movimentos ou em medidas efectuadas .
  - Associar a grandeza aceleração à taxa de variação temporal da velocidade.
  - Aquisição e tratamento de dados (posição/tempo) de um movimento pré-definido, utilizando um sensor de movimento associado a uma calculadora gráfica.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- descrever o movimento a realizar apoiando-se no traçado da trajectória;
- prever a forma do gráfico  $x=x(t)$ , antes de visualizar o registo feito pelo sensor;
- efectuar o referido movimento e obter o gráfico  $x=x(t)$  ;
- distinguir trajectória de gráfico  $x=x(t)$ ;
- interpretar o gráfico com base na descrição do movimento sobre a trajectória;
- comparar o gráfico obtido com o previsto, interpretando as causas de eventuais diferenças;
- analisar o gráfico  $x=x(t)$  de modo a:
  - indicar a posição inicial e a de afastamento máximo;
  - identificar a distância percorrida num e no outro sentido;
  - identificar o intervalo de tempo em que esteve em repouso;
  - associar o maior ou menor declive da recta em cada um dos troços à maior ou menor rapidez do movimento correspondente;
  - traçar as rectas que melhor se adaptam aos troços que descrevem os movimentos de afastamento e aproximação do sensor (regressão linear);
  - identificar o valor da velocidade com o declive da recta obtido da equação da regressão linear;



- 
- representar sobre a trajectória o vector velocidade em cada um dos troços;
  - esboçar o gráfico  $v=v(t)$  para o movimento efectuado.
  - Resolução de exercícios e problemas de interpretação de gráficos  $x=x(t)$  e  $v=v(t)$  que descrevam situações reais.

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- prever a forma dos gráficos  $x=x(t)$  e  $v=v(t)$
- estimar valores de velocidade a partir do gráfico  $x=x(t)$
- descrever o movimento
- Reconhecer que um sinal demora um certo tempo  $t$  a percorrer um determinado espaço  $x$  e que, conseqüentemente, lhe pode ser atribuída uma velocidade de propagação ( $v = x/t$ ).
- Associar a periodicidade no tempo de uma onda periódica ao respectivo período e a periodicidade no espaço ao respectivo comprimento de onda .
- Relacionar o período com a frequência do sinal.
- Relacionar o comprimento de onda da onda harmónica, com o período do sinal, com base no significado da velocidade de propagação.
- Observação de sinais harmónicos produzidos por um gerador de sinais e por diapasões numa calculadora gráfica com ligação a um microfone.

O aluno deve ser capaz de:

- relacionar a representação gráfica obtida na calculadora com a vibração da membrana do microfone
- relacionar a amplitude de vibração com a intensidade do sinal
- distinguir, a partir da representação gráfica, sinais de frequências e amplitudes diferentes
- Resolução de exercícios e problemas sobre os conceitos de frequência, período, comprimento de onda e velocidade de propagação e suas inter-relações, com base no significado de velocidade de propagação, usando informação escrita (incluindo gráficos).

---

Os materiais elaborados, destinados a Actividades Laboratoriais ou Actividades Práticas de Sala de Aula, no âmbito dos conteúdos programáticos da disciplina de Física e Química A, são descritos em 3.2. e encontram-se em anexo ao presente trabalho (anexo I).

---

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO DE LITERATURA

Existem inúmeros autores e obras que reflectem sobre o ensino e aprendizagem das Ciências e em particular da Física e da Química. Dado o âmbito deste trabalho, e tendo em conta o que já foi mencionado no ponto 1.1, optou-se por uma revisão de literatura que estivesse relacionada com os recursos educativos a elaborar, de acordo com os objectivos propostos em 1.2, e concretamente com a aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e da Química.

O papel da educação escolar deve ser no sentido de preparar indivíduos capazes de enfrentar o risco do conhecimento incerto – “as zonas de incertezas” segundo Morin (2000) – que compreendam como as investigações científicas são conduzidas e consequentemente decidam e tomem posições a partir de análises fundamentadas. Assim sendo, os currículos deveriam promover a compreensão da dinâmica viva da Ciência, e preocupar-se com a formação de indivíduos capazes de participar criticamente na sociedade de modo a transformá-la (Morin 2000).

Segundo Acevedo *et al.* (2005) a educação não deve limitar-se ao conhecimento e compreensão do mundo natural e artificial, mas deve educar orientada sobretudo para que as pessoas possam intervir na sociedade civil. A investigação tem vindo a demonstrar que a compreensão significativa dos conceitos exige que se supere o reducionismo conceptual e que o ensino da Ciência seja uma actividade próxima da investigação científica, não memorizante, integrando os aspectos conceptuais, procedimentais e axiológicos, de modo a conseguir uma melhor compreensão da actividade científica necessária à formação dos futuros cidadãos de um mundo impregnado de Ciência e tecnologia. Uma aprendizagem significativa e duradoura é facilitada pela participação dos alunos na construção dos conhecimentos científicos e a sua familiarização com as estratégias e atitudes científicas. Actividades abertas e criativas, devidamente orientadas pelo professor, inspiradas em trabalhos científicos, podem contribuir para atingir este objectivo (Gil-Pérez e Vilches, 2005).

---

O número de alunos que escolhem uma área científica para prosseguimento de estudos, em especial a Física e a Química, tem vindo a diminuir. A diminuição de interesse, dos jovens, pela Ciência é preocupante pois compromete a literacia científica, necessária numa sociedade moderna. A investigação tem demonstrado que são várias as razões para este desinteresse, existindo evidências que associam estas atitudes ao modo como se ensina Ciência. O relatório *Science Education NOW*, da Comissão Europeia (Rocard, 2007), recomenda um ensino menos centralizado na retenção de informação e sugere uma aprendizagem que privilegie a investigação, a resolução de problemas (*Inquiry-Based Science Education and Problem-Based Learning*), actividades interdisciplinares, e uma maior diversidade das práticas lectivas de modo a que o método de ensino tradicional (*top-down transmission*) não seja a forma predominante de ensinar Ciência.

As aulas expositivas tradicionais têm-se mostrado incapazes de satisfazer as exigências da sociedade actual e dotar das competências necessárias à formação e actualização ao longo da vida. As questões dos manuais não estimulam o pensamento crítico, remetem os alunos para uma rotina de pensamento algorítmico, de aplicação de leis e fórmulas, tornando a aprendizagem da Ciência pouco interessante.

A introdução da abordagem CTS nas aulas, aumentam a literacia científica dos alunos, promovem o seu interesse pela Ciência, ajudam a melhorar o pensamento lógico, o espírito crítico e a tomada de decisões (Aikenhead, 2005).

É também necessária uma metodologia mais activa e cooperativa como é o caso da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) que é conhecida há vários anos mas ainda pouco utilizada nas escolas. Os alunos frequentemente perguntam o que têm que estudar ou para que serve o que estão a aprender. Ao aplicar a ABRP estas questões são respondidas pois coloca a aprendizagem no contexto da vida real.

Em vez de expor a informação e só depois se aplicar na resolução de um problema<sup>5</sup>, na ABRP primeiro apresenta-se o problema, identificam-se as necessidades de aprendizagem, procura-se a informação e no final volta-se ao problema.

---

<sup>5</sup> Uma situação para ser considerada problema deve produzir um certo grau de incerteza e levar à procura de solução.

---

Este modelo recorre a problemas reais, com ligação ao dia-a-dia, e é ao enfrentar estes problemas que os alunos aprendem conteúdos e desenvolvem competências de pensamento crítico. Segundo Ennis (1995) o pensamento crítico é uma forma de pensamento racional, reflexivo e sensato, focado em decidir aquilo em que se deve acreditar ou fazer.

O fundamento teórico da ABRP está relacionado com a psicologia cognitiva, promovendo a predisposição afectiva e a motivação dos alunos, imprescindíveis para alcançar uma aprendizagem significativa, aprendizagem essa também proposta por Ausubel (2003), que defende a importância da mobilização afectiva e da vontade do aluno para que esteja disposto a aprender significativamente.

Na ABRP a aprendizagem resulta também da colaboração e cooperação entre os alunos o que está de acordo com a proposta de Vigotsky, da zona de desenvolvimento próximo, devendo o professor fomentar o diálogo entre os seus alunos e actuar como mediador e potenciador da aprendizagem. Deste modo o contexto em que decorre a aprendizagem, a influência dos pares e a colaboração, desempenham um papel importante na solução do problema.

Segundo Deslile (1997) quando os professores transmitem factos e procedimentos aos alunos sem permitir que estes desenvolvam as suas próprias questões e investiguem eles próprios, podem memorizar os factos mas não os compreendem na totalidade o que compromete a sua utilização em situações futuras. A ABRP permite uma estruturação para a descoberta que ajuda os alunos a interiorizar a aprendizagem e leva a uma maior compreensão.

Numa primeira fase os problemas podem ser estruturados explicitando as etapas conducentes à obtenção da solução ou fornecendo toda a informação necessária à resolução do problema. Posteriormente são apresentados problemas não-estruturados em que os alunos são apenas confrontados com o problema e têm de aplicar uma metodologia de resolução de problemas.

---

Os alunos são solicitados a definir uma estratégia de resolução do problema, a implementá-la e a fazer a sua avaliação e caso necessário a reformulá-la. Como estas actividades laboratoriais não se apoiam num protocolo, permitem desenvolver capacidades de resolução de problemas, assim como a aprendizagem de metodologia científica e portanto a compreensão dos processos e natureza da Ciência (Leite, 2001 e Leite e Figueiroa, 2004).

Uma das competências mais importantes que a Escola deve desenvolver no aluno é a aprender por si. Além dos livros a informação pode ser recolhida em várias fontes, como por exemplo a *Internet*. Outra competência que é desenvolvida é a pesquisa da informação necessária, para resolver o problema, em fontes credíveis.

Na ABRP o professor aconselha, mas os alunos é que descobrem a solução examinando o problema, investigando analisando possíveis soluções, elaborando uma proposta de resolução. O professor deve guiar sem indicar a solução e ajudar sem resolver, dando sugestões quando os alunos estão num impasse ou propor alternativas quando a solução parece não ser adequada.

Estas estratégias centradas nos alunos desenvolvem o pensamento crítico e o raciocínio, além da criatividade e independência assim como o sentido de pertença do seu próprio trabalho.

Dado que os alunos trocam ideias e trabalham em equipa é uma estratégia ideal para turmas heterogéneas em que os diferentes “talentos” que cada aluno tem podem ser utilizados numa aprendizagem colaborativa para chegar a uma solução. Leva também a uma interdisciplinaridade pois a solução de um problema requer informação de várias áreas académicas.

A metodologia da ABRP decorre em três etapas:

Etapa 1 – Identificar e definir o problema.

Etapa 2 – Aceder, avaliar e utilizar informação.

Etapa 3 – Síntese de Desempenho (ou construção da solução do problema)

---

No início da aplicação da ABRP o professor pode seguir uma lista de verificação (Tabela 1)

	SIM	NÃO
Selecionei um conteúdo adequado ao programa da disciplina?		
Fiz um levantamento, e disponibilidade, dos recursos necessários?		
O problema está de acordo com os conhecimentos actuais dos alunos e o seu dia-a-dia?		
O problema é motivador para os alunos?		
O problema apresenta uma questão-chave?		
O problema permite a aplicação de estratégias diversificadas?		
Elaborei uma estratégia de avaliação e instrumentos de registo do desempenho do aluno?		

Tabela 1 - Lista de verificação para elaborar um problema (adaptado de Deslile, 1997)

No decorrer do processo o desempenho dos alunos é avaliado e o professor pode também verificar se aquele problema é adequado aos objectivos e competências que se quer desenvolver nos alunos, nomeadamente decorrente da avaliação do grau de dificuldade, o professor pode reajustar a informação e os procedimentos durante a etapa inicial. Independentemente da área disciplinar, a elaboração de um problema segue as etapas de: seleccionar o conteúdo e competências, listar os recursos disponíveis, construir o problema e estruturar a avaliação.

Na ABRP o papel do professor deve ser nos bastidores guiando os alunos e avaliando no final. É portanto um papel diferente, elabora um problema adaptado ao currículo, guia os alunos através do processo de resolução, sem fornecer respostas, e no final avalia o desempenho dos alunos.

Segundo Neto e Valente (1997) “ uma educação que não prepare o aluno para resolver problemas... não será nunca uma verdadeira educação.”

---

A educação, enquadrada como ensino e aprendizagem, tem vindo a ser classificada em educação formal, não-formal e informal (Colley *et al*, 2002). Nesta classificação a educação formal seria a que decorre nas escolas e a educação informal ocorreria no dia-a-dia, em conversas com os amigos ou a assistir televisão, através de processos naturais e espontâneos. A educação não-formal corresponderia a uma intenção em atingir determinados objectivos educativos, fora do espaço escolar.

A educação formal, na escola, tem sido complementada, nos últimos anos, com uma vertente de educação, considerada não-formal, como a que decorre em Museus e Centros de Ciência. Nestas definições a diferença está, muitas vezes no espaço em que a educação acontece ou no processo que é utilizado.

Todavia constata-se que aprendizagens não-formais podem ocorrer em espaços formais, como é o caso das actividades extracurriculares, por exemplo o Clube da Ciência, que estão fora do currículo formal mas decorrem nas escolas (Scheerens, 2009). Em todas as situações de aprendizagem estão presentes elementos de educação formal, não-formal e informal, com maior ou menor incidência de cada uma delas. A fronteira entre educação formal e não-formal só pode ser compreendida no contexto particular em que decorre e segundo McGivney (*in* Colley *et al*, 2002) é difícil estabelecer uma distinção clara entre aprendizagem formal e informal pois frequentemente existe um cruzamento entre as duas. É o caso da aplicação de uma metodologia ABRP ou a participação em projectos interdisciplinares ou no âmbito do Clube da Ciência em que existe uma componente de aprendizagem não-formal e informal quando, por exemplo, os alunos em grupos de trabalho, partilham informação.

Para Gardner (2006) é possível desenvolver projectos interdisciplinares, baseados num mistério policial, em que as Ciências Forenses são simultaneamente factor de motivação e meio de aprendizagem. A partir dum caso construído pelos professores em que são deixadas pistas, os alunos têm de descobrir o “criminoso”. Na resolução do caso é aplicada uma metodologia científica (desde a recolha de provas, análise e tratamento dos resultados e formulação de uma hipótese) e o caso pode ser o problema numa situação de ABRP.



---

Segundo Funkhouser & Deslich (2000) as Ciências Forenses podem ser a base de actividades que desenvolvam a capacidade de resolução de problemas e o pensamento crítico. Numa falsa “cena do crime” repleta de “pistas” os alunos observam, recolhem, analisam. Para cada prova analisada os alunos têm de aplicar o método científico (observar, questionar, analisar os dados, procurar relações, formular uma hipótese e testá-la) e só depois apresentar uma opinião acerca do que aconteceu e quem é o criminoso. Devem também estar preparados para defender as suas conclusões baseados nas suas evidências empíricas.

De acordo com Funkhouser & Deslich (2000) esta abordagem apresenta as seguintes vantagens:

- Permite adquirir conceitos de várias áreas como Biologia, Química, Física, Matemática, Geologia, Psicologia, Comunicação e Direito, pois as Ciências Forenses são multidisciplinares.
- Permite desenvolver actividades que integram várias Ciências para resolver um problema específico, neste caso o crime.
- As Ciências Forenses apelam ao “detective” natural que existe nas pessoas e aos que gostam de solucionar quebra-cabeças.
- As Ciências Forenses podem adaptar-se a todos os níveis de ensino. Por exemplo a classificação de impressões digitais permite que alunos mais novos aprendam a pensar criticamente e resolvam problemas, de um modo agradável. Com alunos mais velhos os problemas são mais complexos, requerendo raciocínio lógico, envolvendo tratamento de dados numéricos e incerteza.

Segundo Duncan e Daly-Engel (2006) o facto das Ciências Forenses estarem associadas a mistérios, cativa até alunos mais relutantes, permite uma abordagem ao método científico e ajuda-os a pensar como os cientistas acerca de problemas reais.

No Ensino das Ciências, são também de considerar as TIC, pois assumem uma particular importância dada a sua capacidade didáctica, que lhe é intrínseca, e a sua utilização é fundamental na exploração da simulação, modelação, interactividade, movimento e perspectiva tridimensional, entre outros aspectos (Cachapuz *et al.*, 2002). Neste âmbito os jogos educativos/científicos, apelativos para a *zap generation*, para

---

além do aspecto motivacional, treinam o raciocínio lógico. Propõem um desafio ou situação-problema, sobre o qual o aluno tem que reflectir, estabelecer relações, e chegar a uma solução.

Os jogos são recursos motivadores, os alunos estão envolvidos emocionalmente na exploração e resolução de problemas, sem constrangimentos quando erram, pois não estão a ser avaliados, o que facilita a construção do seu conhecimento. Podem ser usados num contexto não formal ou enquadrados numa actividade estruturada para a sala de aula, usando por exemplo um guião.

A série CSI pode ser uma metáfora do trabalho científico (Borrás 2005). Durante um episódio existe um processo de indagação até chegar ao culpado que é similar ao método científico. Embora não seja um exemplo fiel do modo de fazer Ciência pode ser um recurso para abordar com os alunos algumas facetas da natureza da Ciência tais como: definição do problema, o respeito pela lógica e sistematização do pensamento, formulação de hipóteses, a experimentação como meio de validar as hipóteses, a análise de dados, a incerteza e o erro etc.

Estas séries podem constituir recursos interessantes quando se pretende modificar a ideia de Ciência e do trabalho científico que os alunos têm pois mostram aspectos do trabalho científico que permitem abordar a natureza do trabalho científico além de abrir a porta debates acerca da possibilidade real dos métodos e tempos de investigação que são apresentados.

Deverá ser tido em conta o chamado *Efeito CSI*, (Bergslien, 2006) pois a popularização de séries televisivas que abordam técnicas forenses tem repercussões negativas, junto de jurados e população em geral, criando expectativas irrealistas e uma visão romanceada da própria Ciência.

Segundo Bergslien as actividades elaboradas devem ter vários “suspeitos” inocentes e “provas” contraditórias, o que obriga os alunos a repensar a sua estratégia de resolução e compreender o trabalho analítico real.

Os alunos devem compreender que na vida real a análise de evidências não é rápida e não identifica logo o culpado, que muitas vezes os resultados obtidos são contraditórios das hipóteses formuladas e que os cientistas não têm uma bases de dados omnisciente, como retratado nas séries televisivas.

---

No entanto esta popularização permite que os professores associem o interesse científico, gerado pelas séries, com a curiosidade natural dos alunos por mistérios, e elaborem actividades que canalizem este interesse, para a aprendizagem de Ciências e lhes proporcione, simultaneamente, um desenvolvimento de competências, onde é imprescindível pensar, criticamente, sobre temas e problemas.

Os alunos além de adquirirem conhecimentos científicos desenvolvem competências, e atitudes que lhes permitem assumir o seu lugar enquanto cidadãos com um papel crítico e interveniente.

---

## CAPÍTULO 3

### METODOLOGIA E RECURSOS ELABORADOS

#### 3.1 – Descrição geral da metodologia aplicada

Neste capítulo pretende-se descrever a metodologia seguida e apresentar os recursos elaborados, no sentido de atingir os objectivos definidos em 1.2.

Numa primeira fase, e a fim de enquadrar o trabalho, foram analisados os programas de Física e Química A, do Ensino Secundário, e seleccionados os conteúdos ou objectivos programáticos a serem abordados nas actividades laboratoriais a desenvolver.

O trabalho foi organizado segundo uma metodologia assente em três vertentes principais de acção. Numa primeira vertente foram desenvolvidas actividades laboratoriais adequadas para sala de aula, de interligação entre as Ciências Forenses e o programa da disciplina de Física e Química A, em que são usadas calculadoras gráficas, interfaces de aquisição automática de dados (sensores) e computador.

A segunda vertente centrou-se numa aprendizagem em ambiente não-formal através do desenvolvimento de actividades extracurriculares a serem realizadas no âmbito do Clube de Ciência e “Laboratórios Abertos” a decorrer na Escola. Foram elaborados protocolos simples tendo como base a demonstração de algumas técnicas utilizadas nas Ciências Forenses e criados casos simulados a serem estudados e resolvidos pelos alunos através de técnicas de investigação apropriadas envolvendo os conceitos teóricos seleccionados. Estas actividades estão disponíveis *online* através da plataforma *moodle* da Escola Secundária José Saramago - Mafra. Nesta vertente inclui-se também a criação do blogue CSI-Mafra que está disponível para a toda a comunidade.

A terceira vertente correspondeu à proposta de uma acção de formação, ao Conselho Científico-Pedagógico de Formação Contínua, para professores, em que se exploram estratégias e metodologias de ensino da Física e Química utilizando as Ciências Forenses como factor de motivação da aprendizagem.

---

Após a realização das actividades propostas foram aplicados questionários, de opinião e de grau de satisfação, a alunos e a professores de Física e Química, de forma a serem recolhidos dados que permitam, após tratamento estatístico adequado, avaliar os recursos elaborados e do seu contributo para a consecução dos objectivos definidos em 1.2.

### **3.2 - Descrição dos recursos utilizados**

#### **3.2.1 - Actividades Laboratoriais para Física e Química A**

Foram elaboradas Actividades Laboratoriais (AL) ou Actividades Práticas de Sala de Aula (APSA) que poderão ser aplicadas através de duas opções. Uma opção, estruturada, em que a AL ou APSA pode ser utilizada para consolidar conteúdos teóricos já leccionados ou para os demonstrar, na qual o aluno executa um protocolo fornecido pelo professor, responde a algumas questões e é avaliado através de uma grelha de observação do trabalho laboratorial, preenchendo o parâmetro Prática.

Na outra opção o professor fornece só um texto inicial e é colocada uma questão que constitui o problema que os alunos irão resolver, seguindo uma metodologia de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), já abordada no capítulo 2.

Os alunos são solicitados a definir uma estratégia de resolução do problema, a implementá-la e a fazer a sua avaliação e caso necessário a reformulá-la. Como, nesta opção, as AL ou APSAs não se apoiam num protocolo, permitem desenvolver capacidades de resolução de problemas, assim como a aprendizagem de metodologia científica e portanto a compreensão dos processos e natureza da Ciência (Leite, 2001 e Leite e Figueiroa, 2004).

A avaliação do trabalho desenvolvido pelos alunos poderá ser feita através de apresentação oral e/ou a grelha de observação usando, neste caso, o parâmetro Experimental para o preenchimento. Os protocolos destas actividades e a grelha de observação do trabalho laboratorial, estão patentes no anexo I.

---

Nestas actividades são utilizadas interfaces automáticas de aquisição de dados, nomeadamente os sensores de movimento (CBR<sup>6</sup>), pH, temperatura, condutividade, som (microfone) e colorímetro, o que permite desenvolver competências na recolha, tratamento e análise de dados, e pode ser feita através da calculadora gráfica ou do computador ligado ao sensor.

No final de cada protocolo existe uma secção destinada ao professor com indicações sobre a montagem do material, exemplos de resultados esperados e respostas às questões colocadas aos alunos. Embora os protocolos sejam realizados utilizando sensores e calculadora gráfica, nesta secção é também sugerida a utilização do computador, com *software* adequado, para a recolha e análise dos dados obtidos, pois constitui uma ferramenta com maior capacidade de construção, análise de gráficos e posterior tratamento estatístico.

O material utilizado já está disponível em muitas escolas, pois o uso da calculadora gráfica e sensores foi sugerido aquando da implementação dos novos programas de Física e Química, em 2004. Por sua vez as Escolas têm vindo a ser equipadas com computadores portáteis, vídeo-projectores e quadros interactivos o que permite a realização das actividades em grande grupo, de alunos, e a partilha dos dados obtidos.

No caso do computador ligado ao quadro interactivo além da visualização da recolha e manipulação de dados em tempo real, permite também guardar o ficheiro com os dados e gráficos obtidos que podem posteriormente ser enviados por *e-mail* ou disponibilizados *online*, por exemplo, através da plataforma *moodle* da Escola.

Portanto as AL elaboradas são uma proposta para os professores que as podem realizar de forma diferente consoante a disponibilidade de meios, especificidade da turma ou mesmo o tipo de metodologia de ensino e aprendizagem que querem aplicar.

Considerando os pontos comuns entre o trabalho realizado nas Ciências Forenses e os conteúdos programáticos da disciplina de Física e Química A, 10º e 11º ano, indicados em 1.3, foram elaboradas as AL (ou APSAs), cujos títulos e objectivos, são a seguir descritos.

---

<sup>6</sup> *Calculator Based Ranger*<sup>TM</sup>

---

A AL “Proibido despejar o lixo” é interdisciplinar, e destina-se a ser realizada em conjunto com a disciplina de Biologia e Geologia, dado que serão analisados vários tipos de solos, enquadrando-se portanto, no programa desta disciplina. Por este motivo é a única actividade que só apresenta uma metodologia ABRP para a sua realização.

### **Teste a “drogas”**

#### **Objectivos**

- Distinguir entre propriedades físicas e propriedades químicas.
- Distinguir entre observações qualitativas e quantitativas.
- Distinguir entre solução e mistura.
- Medição do pH e da condutividade de uma mistura.

### **Apanhados pela tinta**

#### **Objectivos**

- Medir a absorvência de soluções a diferentes comprimentos de onda.
- Identificar uma tinta desconhecida pela sua absorvência a determinados comprimentos de onda.

### **Identifique esse Som**

#### **Objectivos**

- Detectar a forma da onda sonora, de uma nota musical, usando um microfone (sensor)
- Calcular a frequência de uma nota musical a partir do período da onda sonora.
- Identificar as notas musicais que constituem o código de um cofre

---

### Atropelamento e fuga

#### **Objectivos**

- Compreender que a distância percorrida, velocidade e aceleração estão relacionadas.
- Fazer previsões a partir dos gráficos de velocidade e posição, em função do tempo.

### Proibido despejar lixo

#### **Objectivos**

- Identificar uma amostra de solo a partir das suas propriedades características.
- Medição do pH e da condutividade de um solo.



### 3.2.2 Actividades no âmbito do Clube da Ciência

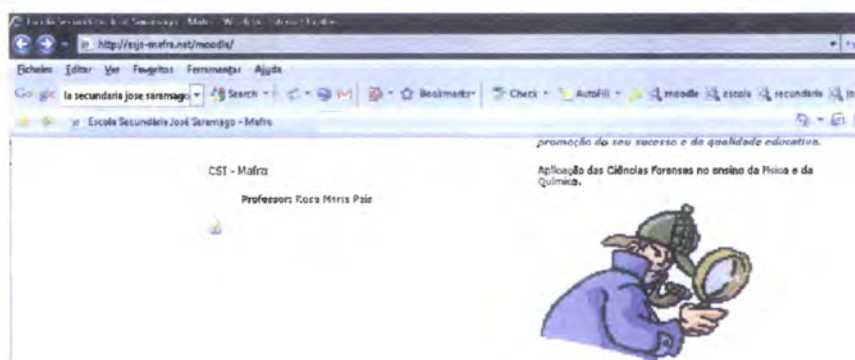
Nesta vertente do trabalho foram desenvolvidas actividades a ser realizadas em ambientes de carácter não-formal, organizadas de modo a constituir um momento privilegiado de educação científica, com experimentação de técnicas laboratoriais e em contacto com a realidade, cujo objectivo é estimular o interesse dos alunos por Ciência e a aprender mais sobre Ciência. Estas actividades foram realizadas no Clube da Ciência, estão relacionadas com as técnicas analíticas utilizadas nas investigações forenses e são fáceis de executar, pois o material e reagentes necessários (à excepção do luminol) estão normalmente disponíveis nas escolas do Ensino Secundário.

Utilizaram-se amostras/evidências supostamente recolhidas em “cenas de crime”, e seguindo um guião/protocolo, com o fundamento teórico e descrição da actividade, procedeu-se à sua análise.

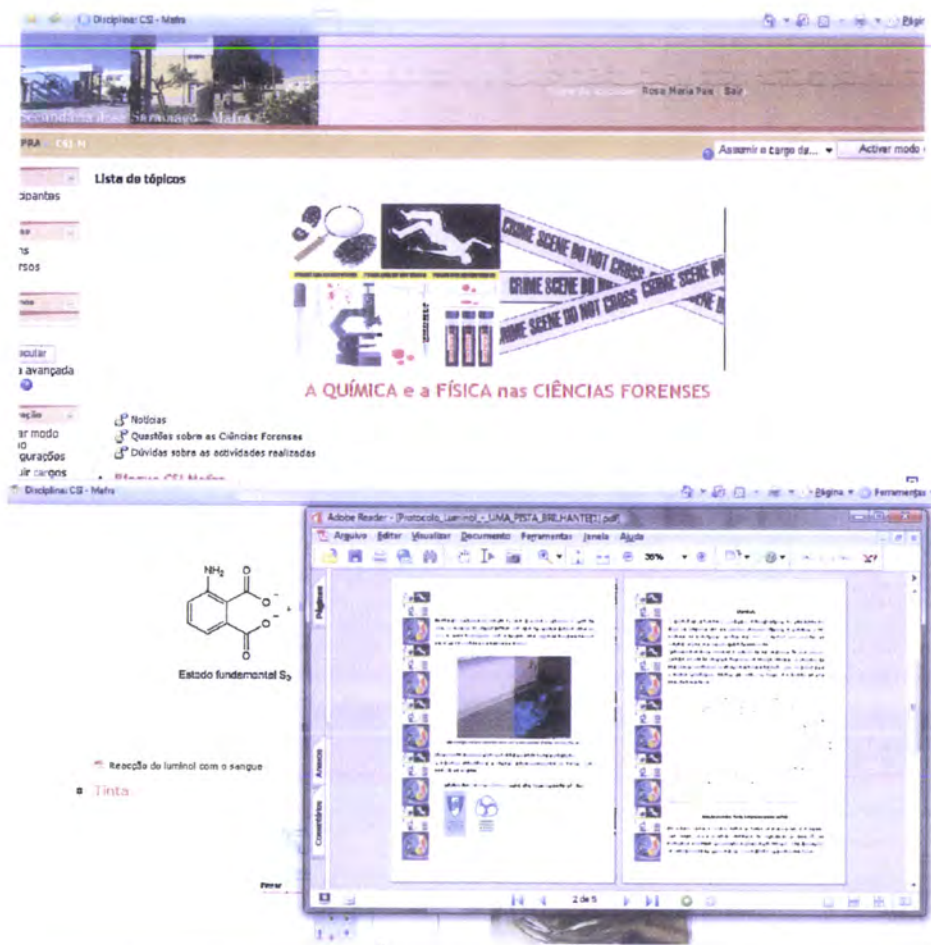
Deste modo procedeu-se à recolha e revelação de impressões digitais e posterior classificação, identificação de pêlos e fibras, cromatografia de tintas utilizadas em bilhetes encontrados na cena do “crime”, extracção de ADN e revelação da presença de “sangue” por quimioluminescência.

Estes protocolos foram posteriormente utilizados na actividade “Laboratórios Abertos - CSI-Mafra” e encontram-se no anexo II.

Estão também disponíveis para a comunidade escolar, na plataforma *moodle* da Escola Secundária José Saramago, disciplina CSI-Mafra, em <http://esjs-mafra.net/moodle/course/view.php?id=169> da qual se apresenta o *printscreen*, na figura 3.1.



(a)



(b)

Figura 3.1 (a), (b) - *Printscreen* da disciplina CSI-Mafra, no moodle.

O facto de desempenhar o cargo de Coordenadora do Clube da Ciência facilitou a organização das actividades e no início do ano lectivo de 2008/2009 procedeu-se à divulgação das actividades, através de um poster e de um folheto. O poster está representado na figura 3.2, e o folheto de divulgação encontra-se no anexo II.

As actividades foram realizadas quinzenalmente, com a participação voluntária dos alunos, e decorreram no laboratório num enquadramento não-formal. Estas actividades constituíram momentos muito agradáveis de partilha de conhecimentos e familiarização dos alunos com os métodos, processos de trabalho e formas de pensar em Ciência, bem como o tratamento adequado da informação.



# CSI Mafra

## Clube da Ciência

Quer ficar a conhecer melhor o que faz um CSI verdadeiro?

Quer saber como se analisa uma cena de crime?

Quer saber como se revelam impressões digitais?

Quer saber como se pode detectar vestígios de sangue?

Quer impressionar os amigos com novos conhecimentos?

Quer ficar a saber isto e muito mais?

Se a resposta às perguntas acima (pelo menos a metade delas) foi SIM, inscreva-se no Clube da Ciência e apareça, à quarta-feira, das 14.30 h às 15.30 h.

Contacto: Prof. Rosa Pais  
<http://csimafra.blogspot.com/>

Figura 3.2 - Poster de divulgação das actividades do Clube da Ciência

Foram abordadas outras técnicas, e respectivos fundamentos teóricos, que por motivos éticos ou económicos não poderiam ser realizados na Escola. É o caso dos métodos instrumentais, balística e a análise de fluidos orgânicos. Para tal e em complemento das actividades realizadas no Clube da Ciência foi criado o blogue CSI-Mafra, disponível em <http://csimafra.blogspot.com/> e cuja página inicial está representada na figura 3.3.

Neste blogue, que pode ser acedido para toda a comunidade escolar, são apresentados vídeos, simulações interactivas e artigos que abordam as técnicas analíticas utilizadas nas Ciências Forenses, são descritos casos famosos como por exemplo, o envenenamento ou não de Mozart e de Beethoven, o ácido que enlouqueceu os pássaros de Hitchcock, o caso do Santo Sudário, e em Portugal o caso Urbino de Freitas. No anexo III apresentam-se algumas das mensagens editadas no blogue.



Figura 3.3 – *Printscreen* da página inicial do blogue CSI-Mafra

Para avaliar o material editado no blogue foi solicitada a opinião, através de um questionário, a professores de Física e Química e a alunos da Escola, estando os resultados obtidos descritos em 4.2.

Quer na página da disciplina CSI-Mafra quer no blogue estão também disponíveis jogos interactivos, acompanhados de tutoriais sobre os fundamentos científicos (*Scenario-based Learning Tutorials*), e em que são fornecidas pistas, cabendo ao aluno chegar à solução do crime. Nas figuras 3.4 e 3.5 estão representados alguns exemplos desses jogos.





Figura 3.4 - Jogo/caso para resolver “Autopsy of a Murder”

(<http://csimafra.blogspot.com/2009/04/autopsy-of-murder.html> )



Figura 3.5 - Casos para resolver - “Investigating Chemistry”  
(*Scenario-based Learning Tutorials*)

Foram seleccionadas estas actividades, que usam a língua inglesa, porque não foram encontrados jogos educativos, aplicando as Ciências Forenses e com a mesma abordagem científica, elaborados em português. O facto de estarem destinadas a um público com domínio da língua inglesa não constituiu problema pois os alunos do Ensino Secundário estão no nível VI ou VII, que corresponde respectivamente a 6 e 7 anos de frequência da disciplina de Inglês. Acresce ainda que a linguagem utilizada nestes jogos educativos é simples e portanto acessível a alunos do Ensino Secundário. Poderá mesmo ser encarada como uma actividade interdisciplinar entre as Ciências e a Língua Estrangeira.

---

Como já referido, foi organizada e realizada a actividade “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra”, que decorreu no dia 17 de Março de 2009, no laboratório de Química, e na qual participaram alunos de 10º, 11º e 12º ano, acompanhados dos respectivos professores. Os alunos da turma de E do 11º ano foram os monitores, orientados pela professora e autora do presente trabalho.

Foi criado um “caso” de agressão em que várias evidências foram deixadas no local do “crime”. Estas pistas consistiam em impressões digitais, um bilhete escrito com tinta permanente, fibras, pêlos e “sangue”.

Os visitantes entravam, em pequenos grupos, no laboratório seguindo um trajecto definido, representado na figura 3.6, e acompanhados por um monitor.

A visita tinha início no local do “crime”, onde ficavam a conhecer o caso e era realizado o teste com luminol que revelava a presença de “sangue” através de quimioluminescência. Para simular a presença de sangue utilizou-se uma solução de iões ferro (III), na medida em que na realidade, o centro metálico dos grupos heme presentes na hemoglobina do sangue oxida-se de ferro (II) a ferro (III), indo este último catalisar a oxidação do luminol pelo peróxido de hidrogénio e o mecanismo de degradação do peróxido. Como se trata de um catalisador, basta uma pequena quantidade de “sangue” para que a oxidação do luminol ocorra, e o fenómeno de quimioluminescência seja visível.

Após a realização do teste do luminol os alunos seguiam para as bancadas, onde estavam outras evidências recolhidas, para realizar algumas técnicas simples de análise. Em cada bancada estavam monitores que explicavam as técnicas de análise a aplicar, ajudavam à sua realização e respondiam às dúvidas colocadas pelos alunos, sob orientação da professora.

Foram demonstradas técnicas de revelação de impressões digitais nomeadamente a técnica do pó e do iodo, classificação de impressões digitais, cromatografia da tinta, identificação de algumas fibras e pêlos, e extracção de ADN.

Estiveram também disponíveis, no laboratório, computadores portáteis com os jogos *CSI* e *“Autopsy of a Murder”*, de modo a gerir melhor os tempos de espera para realizar as actividades e a disponibilidade dos monitores.



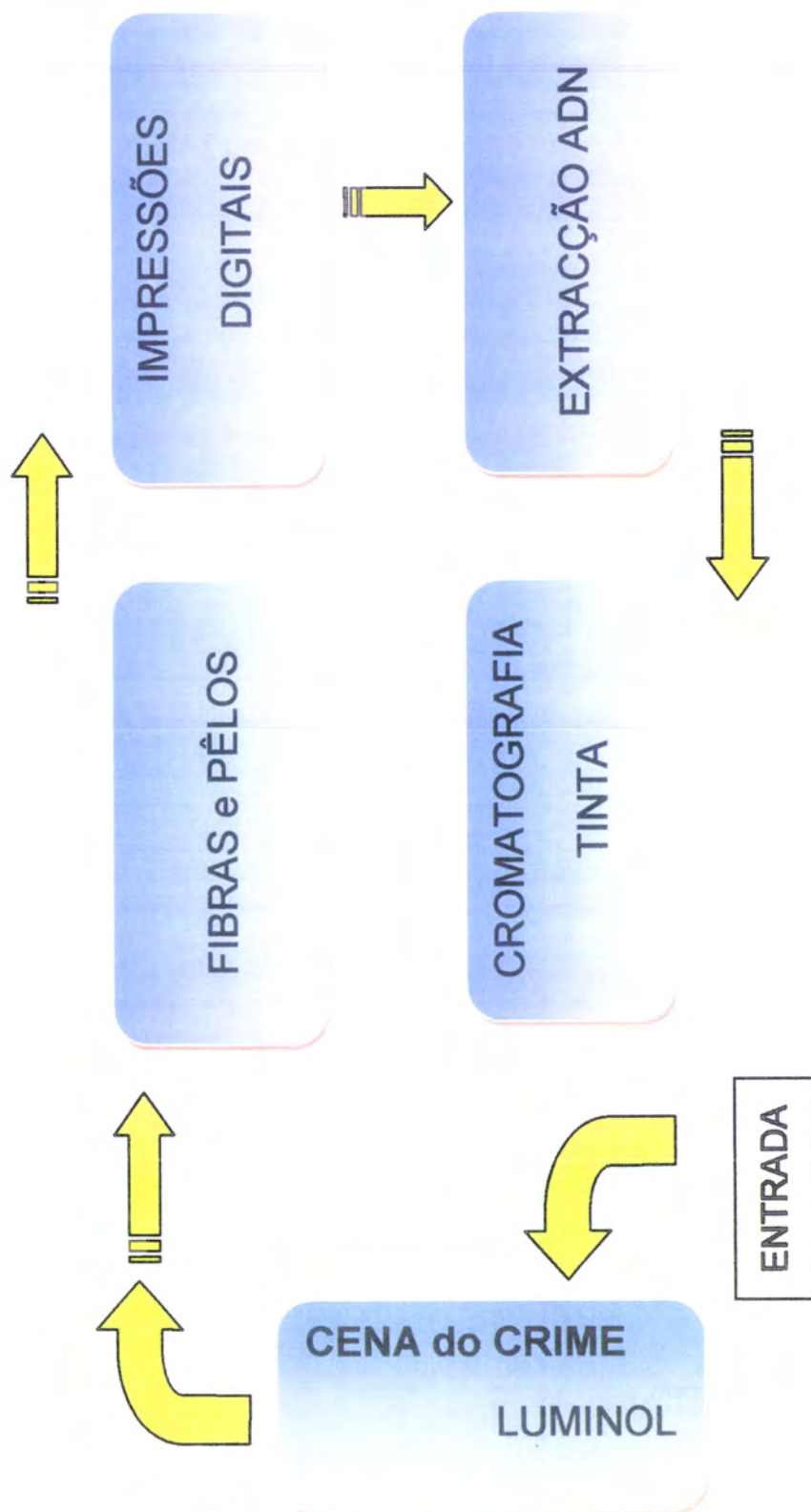


Figura 3.6 - Trajecto e distribuição das actividades nas bancadas do laboratório durante os “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra”

---

Após percorrerem todas as bancadas eram propostas soluções para o “crime” e os visitantes, face às evidências, consideravam se estas propostas eram ou não plausíveis. Este grupo de visitantes abandonava o laboratório e entrava o grupo de alunos seguinte, repetindo-se a sequência anterior.

Desta actividade foram colhidas fotografias como são exemplo as representadas nas figuras 3.7 e 3.8. No anexo V são apresentadas mais fotografias desta actividade.



Figura 3.7 - Bancada onde era realizada a cromatografia da tinta do bilhete encontrado no local do “crime”.



Figura 3.8 - Bancada onde era realizada a identificação de fibras e pêlos, encontrados no local do “crime”.



---

De modo a tornar mais acessível o acesso à reportagem fotográfica foi realizado um *slideshow*, representado na figura 3.9, disponível no *moodle* da Escola, podendo ser visualizado no seguinte endereço, de acesso restrito:

[http://www.slide.com/r/8DgQNVQ11D-96-CQtnYvI4h9GjL9777Q?previous\\_view=lt\\_embedded\\_url](http://www.slide.com/r/8DgQNVQ11D-96-CQtnYvI4h9GjL9777Q?previous_view=lt_embedded_url)



Figura 3.9 - *Slideshow* das actividades realizadas nos “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra”

Para a utilização destas fotografias foi solicitada autorização aos Encarregados de Educação através do impresso apresentado no anexo IV.

No final da actividade foi avaliado o grau de satisfação dos alunos, através de um questionário cujos os resultados obtidos são descritos em 4.2.

No âmbito das comemorações da Semana da Ciência e Tecnologia, e não estando contemplada no plano deste trabalho, surgiu a oportunidade da realização da palestra “Crime na Sala de Ensino”, proferida pelo Professor Dr. João Manuel Valente Nabais, e da qual se apresentam fotografias, na figura 3.10. Esta palestra decorreu no dia 28 de Novembro de 2008, na Escola Secundária Ferreira Dias, e está documentada no seguinte endereço: [http://bbteca.blogspot.com/2008/12/semana-da-cincia-e-tecnologia\\_3390.html](http://bbteca.blogspot.com/2008/12/semana-da-cincia-e-tecnologia_3390.html)

---

Embora não tivesse sido alvo de questionário de grau de satisfação, o número de alunos que compareceram e o interesse, demonstrado pelas questões colocadas no final, leva a crer que o tema é do agrado dos alunos e suscitou curiosidade acerca das técnicas físico-químicas, utilizadas nas Ciências Forenses, podendo contribuir como factor de motivação para a aprendizagem de Física e Química.



(a)



(b)

Figura 3.10 (a), (b) - Palestra "Crime na Sala de Ensino"



---

### 3.2.3 Acção de Formação de Professores

Dado que a diversificação de metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem está implícita nos objectivos deste trabalho fazia sentido divulgar junto de outros professores de Física e Química, os materiais e recursos descritos em 3.2.1.e 3.2.2.

Considerando que a autora deste trabalho possui qualificação como formadora no domínio das Didácticas Específicas, com o registo de acreditação CCPFC/RFO-17922/04, foi elaborada uma proposta de acção de formação para professores do Grupo 510 (Física e Química), com o título “Aplicação das Ciências Forenses no Ensino da Física e da Química”.

Esta proposta foi aprovada pelo Conselho Científico-Pedagógico de Formação Contínua tendo sido atribuído o registo de acreditação CCPFC/ACC-57972/09 (anexo VI).

Nesta acção de formação foram dados a conhecer, aos formandos, os recursos educativos elaborados no presente trabalho, sugerindo a sua aplicação como estratégia de ensino, como motivação dos alunos para a aprendizagem da Física e Química, promovendo simultaneamente a familiarização dos alunos com os métodos, processos de trabalho, tratamento adequado da informação e formas de pensar em Ciência.

A acção de formação, com a duração de 25 horas, decorreu na Escola Secundária José Saramago entre 6 e 27 de Junho de 2009, com a participação de dezasseis professores. Na primeira sessão, após uma introdução acerca das Ciências Forenses e como podem ser aplicadas no contexto escolar, foi apresentada uma breve história destas ciências. Procedeu-se também à inscrição dos formandos na plataforma *moodle*, do Centro de Formação da Associação de Escolas de Mafra, actualmente designado Centro de Formação Rómulo de Carvalho, ( disponível em: <http://esjs-mafra.net/cfaecm/course/view.php?id=72> ) onde estavam, e continuam, disponíveis os protocolos de actividades laboratoriais, assim como endereços electrónicos com tutoriais interactivos e vídeos de actividades para Laboratórios Abertos e cuja página inicial se representa na figura 3.11.



Figura 3.11 – *Printscreen* da página inicial, no moodle, de apoio à Acção de Formação de professores

Na segunda e terceira sessões, após uma introdução teórico-prática sobre cada actividade de análise de evidências, destinada ao Clube da Ciência ou Laboratórios Abertos, foi realizado pelos formandos, organizados em grupos, uma actividade proposta pela formadora (impressões digitais, pêlos e fibras, ADN entre outras) tendo sido utilizados os materiais descritos em 3.2.2.

Nas sessões seguintes, após uma introdução teórico-prática sobre cada sensor, utilizando o *Viewscreen*<sup>7</sup> ligado à calculadora gráfica e interface de aquisição automática de dados, foram realizadas pelos formandos, organizados em grupos, actividades laboratoriais, aplicando as Ciências Forenses, de acordo com o programa de Física e Química A, propostas pela formadora, com análise e tratamento de resultados obtidos. Utilizaram-se os sensores de:

- Movimento (CBR)
- Temperatura
- pH
- Diferença de potencial
- Colorímetro
- Som (microfone)

<sup>7</sup> Projector video que permite a ligação à calculadora gráfica e visualização do respectivo ecrã.

---

Foi também explorado o *software LoggerPro*, que permite o tratamento, no computador, dos dados obtidos, constituindo uma poderosa ferramenta de análise gráfica de resultados.

Nestas sessões foram utilizados as actividades laboratoriais apresentados em 3.2.1, seguindo os protocolos do anexo I, aplicando a opção de actividade orientada.

Na última sessão foram apresentados os trabalhos elaborados pelos formandos, que correspondiam à avaliação final.

Aquando da escolha do trabalho final surgiu a proposta, que foi aceite pela formadora, de apresentar um “caso” comum em que cada grupo analisava um ou dois tipos de evidências recolhidas no local do “crime”. Este caso destina-se a ser aplicado num Clube de Ciência durante o ano lectivo ou na disciplina de Área de Projecto.

A partir de uma cena de crime simulada, o rapto do Einstein, o cão da Escola, são recolhidas várias evidências, fornecidas pelo professor, que os alunos analisam ao longo das diversas semanas. Perante os resultados obtidos na análise das pistas, bem como a pesquisa de informações necessárias para a resolução do crime, os alunos terão que identificar o criminoso de entre os vários suspeitos.

Os protocolos fornecidos para a análise das provas abordavam conteúdos programáticos das diversas ciências experimentais dos Ensinos Básico e Secundário podendo ser um projecto interdisciplinar envolvendo a Língua Portuguesa, Matemática, Inglês, entre outras, dado que são avaliadas também competências nestas áreas.

A avaliação final dos formandos foi muito positiva, tendo conseguido satisfazer os requisitos solicitados, e os trabalhos apresentados, embora não sendo originais pois basearam-se em material de apoio fornecido pela formadora ou em manuais escolares, estão de acordo com os programas curriculares e adequados às respectivas faixas etárias dos alunos e são perfeitamente exequíveis se as escolas dispuserem do material adequado. Estavam bem estruturados, com procedimentos claros e fáceis de seguir pelos alunos, com listas de dados obtidos, tratamento e análise de resultados e com pequenos questionários.

---

Os formandos que frequentaram esta acção estavam motivados, interessados em diversificar as estratégias de ensino e aprendizagem, dispostos à elaboração de materiais em grupo e posterior partilha, procurando também novas metodologias para as actividades laboratoriais de Física e Química.

Na última sessão, a acção de formação foi avaliada através de um questionário de opinião (anexo VI) e os resultados obtidos são descritos em 4.2.

Nos seus relatórios individuais, os formandos consideraram que a aplicação das Ciências Forenses no ensino e aprendizagem da Física e Química é um factor motivador e contribui para a literacia científica. Afirmaram-se também muito satisfeitos com material pedagógico fornecido e as actividades laboratoriais exploradas.



---

## CAPÍTULO 4

### AVALIAÇÃO DOS RECURSOS UTILIZADOS

#### 4.1 - Instrumentos de recolha de dados

No sentido de avaliar os materiais e recursos utilizados neste trabalho, foram aplicados questionários de grau de satisfação, no caso dos Laboratórios Abertos e questionários de opinião no caso do blogue CSI-Mafra e da Acção de Formação de Professores, como foi referido no capítulo 3. O questionário de grau de satisfação, destinado aos alunos, foi aplicado pelas professoras, de Física e Química, das turmas que participaram na actividade “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra”.

Os questionários de opinião, de alunos e de professores, sobre o blogue CSI – Mafra, foram aplicados e respondidos via *e-mail*. As questões estavam relacionadas com a contribuição das actividades do Clube da Ciência, nomeadamente os Laboratórios Abertos, para a motivação da aprendizagem de Física e de Química, assim como meios facilitadores da compreensão da natureza do trabalho em Ciência. No caso do blogue as questões incidiram sobre o aspecto gráfico, adequação dos conteúdos, temas abordados, contributo para a literacia científica e motivação para a aprendizagem de Física e Química pelos alunos.

A acção de formação de professores foi avaliada, externamente, através do preenchimento, pelos formandos, de um inquérito modelo normalizado da Direcção Geral dos Recursos Humanos da Educação, cuja aplicação é da responsabilidade do Centro de Formação Rómulo de Carvalho. É também elaborado um relatório circunstanciado, escrito pelo formador, sobre o desenrolar de toda a acção de formação. No âmbito do presente trabalho foi aplicado um questionário em que os formandos expressaram a sua opinião sobre a acção de formação e a aplicação das Ciências Forenses no ensino de Física e de Química.

Nos questionários de opinião e de grau de satisfação foram utilizadas, para a elaboração das questões, a estrutura do item de Likert, com cinco níveis de respostas (Tabela 2) e uma forma adaptada em que o nível de não concordância ou concordância foi substituído por nada satisfeito e por muito satisfeito (Tabela 3)

Discordo Totalmente				Concordo Totalmente
1	2	3	4	5

Tabela 2 - Item de Likert

Nada satisfeito				Muito satisfeito
1	2	3	4	5

Tabela 3 - Adaptação do item de Likert

As ALs, enquadradas nos conteúdos programáticos, não foram alvo de aplicação de questionário pois só foram realizadas na única turma de 11º ano, a que agora leccionou a disciplina de FQ A. Embora tenha constatado o entusiasmo com que os alunos participaram nas actividades laboratoriais, em que as Ciências Forenses serviram de estratégia, é necessário considerar a evolução nas classificações desde o 10º ano, dado que se trata de uma disciplina bianual, e dispor de uma turma de controlo, de modo a que esta estratégia de ensino e aprendizagem possa ser validada como um contributo na motivação para o estudo da Física e Química e consequente melhoria dos resultados académicos.



## 4.2 - Análise dos resultados

### 4.2.1 – Questionário de grau de satisfação sobre os “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra” (QGS-LA)

Este questionário (anexo VII) foi aplicado a uma turma de 10º, três turmas de 11º e uma turma de 12º ano, no total oitenta e oito alunos, que participaram nas actividades realizadas nos “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra”, cujos gráficos de distribuição etária e por género são apresentados nas figuras 4.1 e 4.2

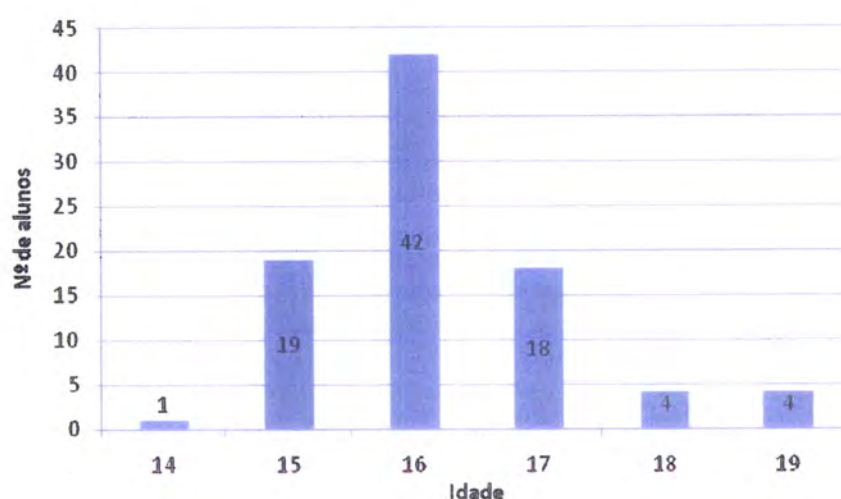


Figura 4.1 - Distribuição etária dos alunos que responderam ao QGS-LA

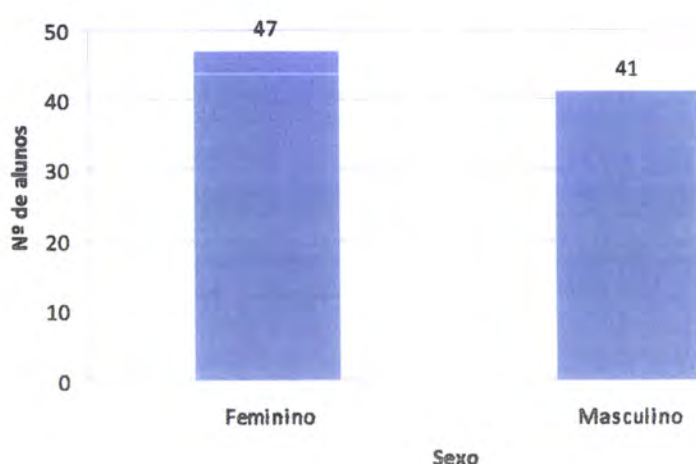


Figura 4.2- Distribuição por género dos alunos que responderam ao QGS-LA

As figuras 4.3 a 4.8 ilustram as respostas às sete primeiras questões onde os alunos indicavam o seu grau de satisfação em relação a:

- Interesse despertado pelas actividades (Questão 1 - Fig. 4.3)
- Clareza e facilidade de execução dos procedimentos (Questão 2 - Fig. 4.4)
- Linguagem utilizada para explicar os conteúdos científicos, relacionados com as actividades (Questão 3 - Fig. 4.5)
- Esclarecimento de dúvidas pelos monitores e professora (Questão 4 - Fig. 4.6)
- Demonstração da ligação entre as Ciências Forenses e a Física e Química (Questão 5 - Fig. 4.7)
- Motivação para a aprendizagem da Física e Química através das actividades realizadas nos Laboratórios Abertos (Questão 6 - Fig. 4.8)
- Globalidade das actividades realizadas nos “Laboratórios Abertos -CSI-Mafra” ( Questão 7 - Fig.4.9)



Figura 4.3 – Resultados obtidos na questão 1 – QGS-LA

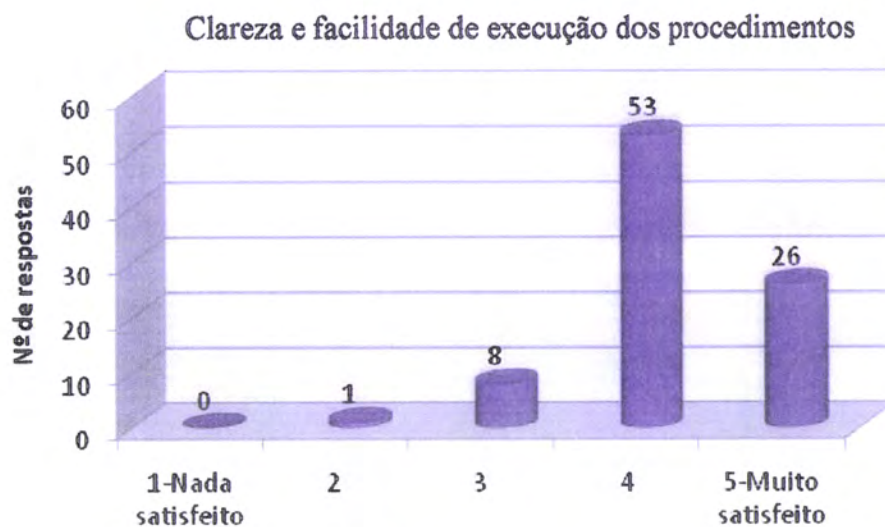


Figura 4.4 – Resultados obtidos na questão 2 – QGS-LA

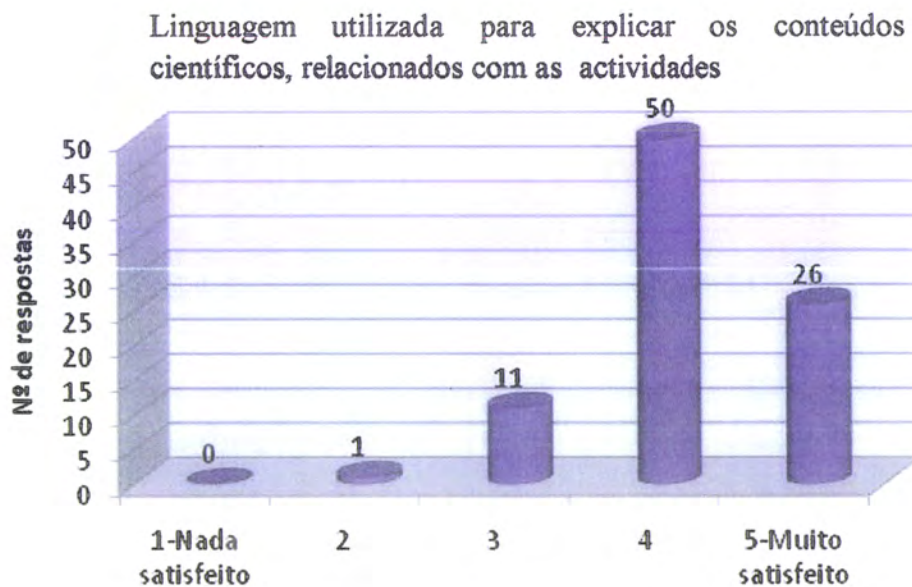


Figura 4.5 – Resultados obtidos na questão 3 – QGS-LA

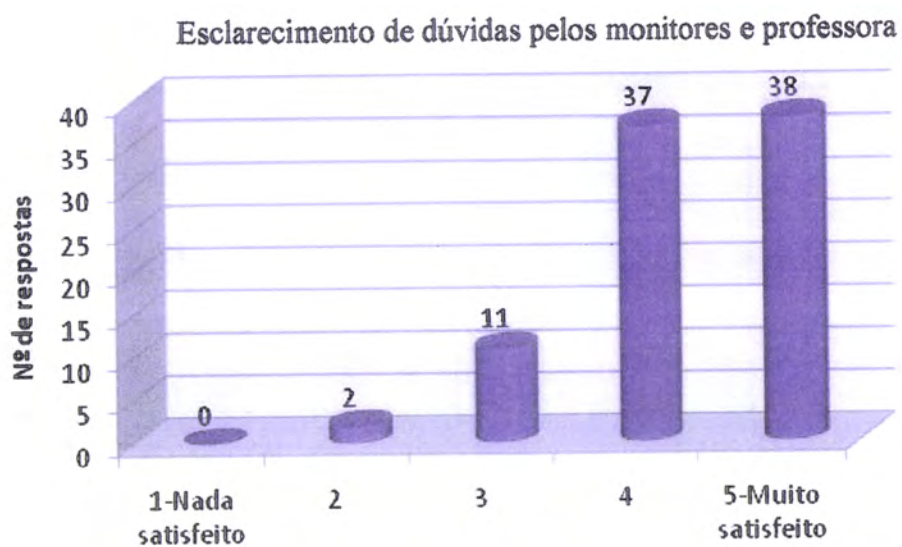


Figura 4.6 – Resultados obtidos na questão 4 – QGS-LA

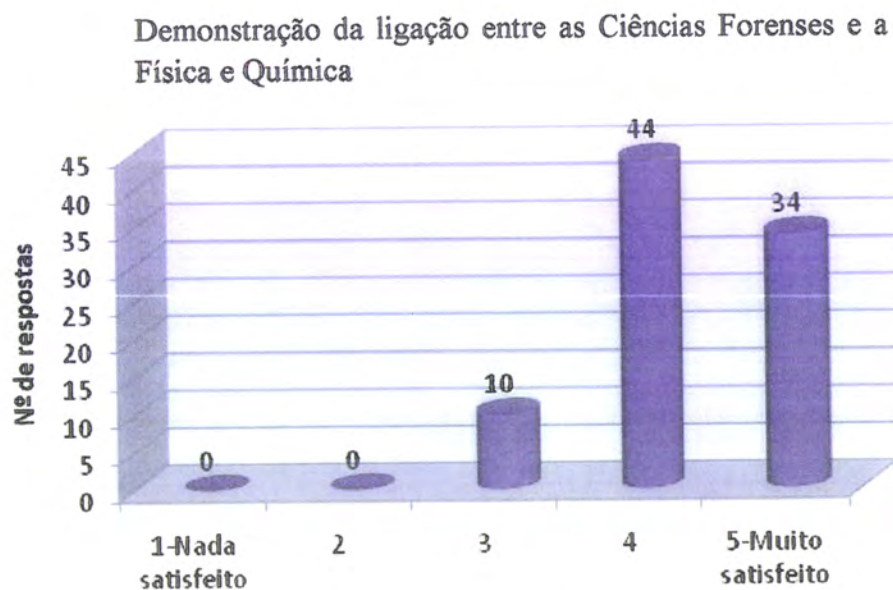


Figura 4.7 – Resultados obtidos na questão 5 – QGS-LA



Motivação para a aprendizagem da Física e Química através das actividades realizadas nos Laboratórios

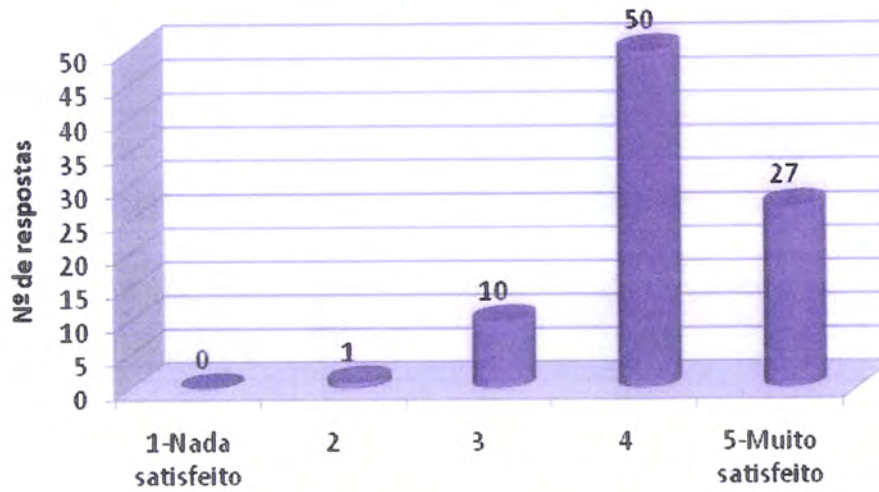


Figura 4.8 – Resultados obtidos na questão 6 – QGS-LA

Na globalidade, qual o seu grau de satisfação em relação às actividades realizadas nos “Laboratórios Abertos -CSI-Mafra”

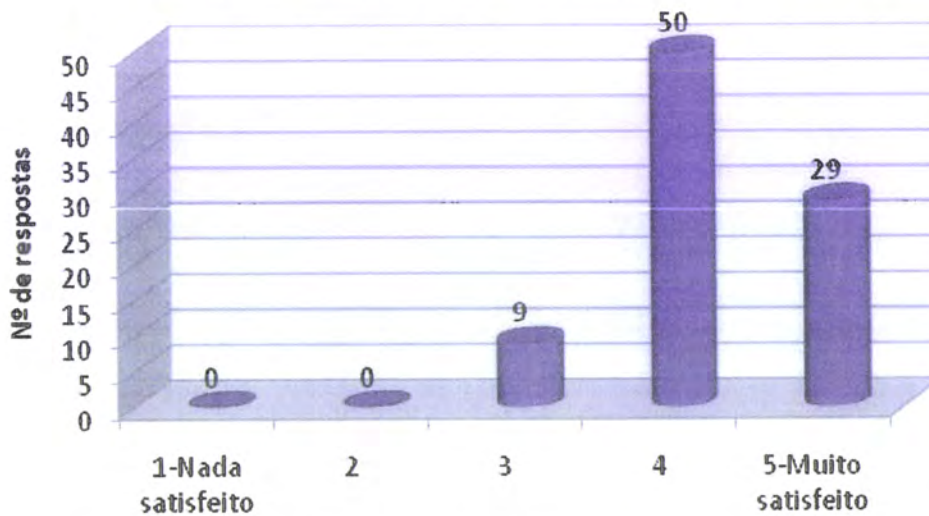


Figura 4.9 – Resultados obtidos na questão 7 – QGS-LA

A questão oito “Qual foi a actividade cuja realização o deixou mais satisfeito?” era uma questão de resposta aberta, e a actividade mais referida, em cerca de 70% das respostas, foi a reacção do luminol com o “sangue”, escolhida pela sua espectacularidade. A extracção de ADN e a recolha e classificação das impressões digitais recolheram, cada uma delas, cerca de 10% das respostas. Os jogos de computador, “CSI” e o “*Women’s Murder Club*”, que estiveram disponíveis em computadores portáteis, no laboratório, foram escolhidos por cerca de 6 % dos alunos, que os consideraram interessantes pois a análise das pistas e a resolução dos crimes constituiu uma actividade divertida. Os restantes 3% afirmaram que gostaram de todas as actividades não indicando nenhuma em particular.

Para além do grau de satisfação com as actividades realizadas, foi também solicitada a opinião dos alunos sobre alguns aspectos mais abrangentes designadamente na questão nove (Estas actividades, de aplicação das Ciências Forenses, ajudam a compreender o trabalho em Ciência?) e na questão dez (Gostaria de realizar outras actividades de Ciências Forenses, em próximos Laboratórios Abertos? ) cujos resultados são apresentados na figuras 4.10 e 4.11 :

Estas actividades, de aplicação das Ciências Forenses, ajudam a compreender o trabalho em Ciência?

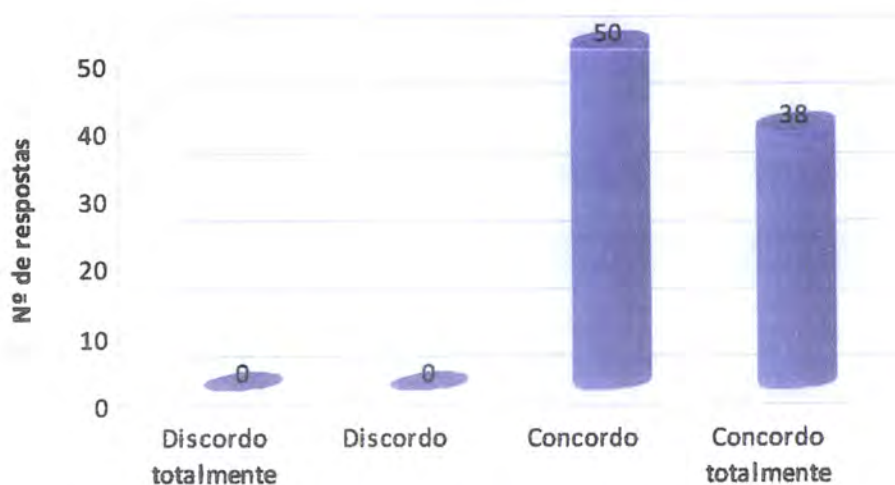


Figura 4.10 – Resultados obtidos na questão 9 – QGS-LA

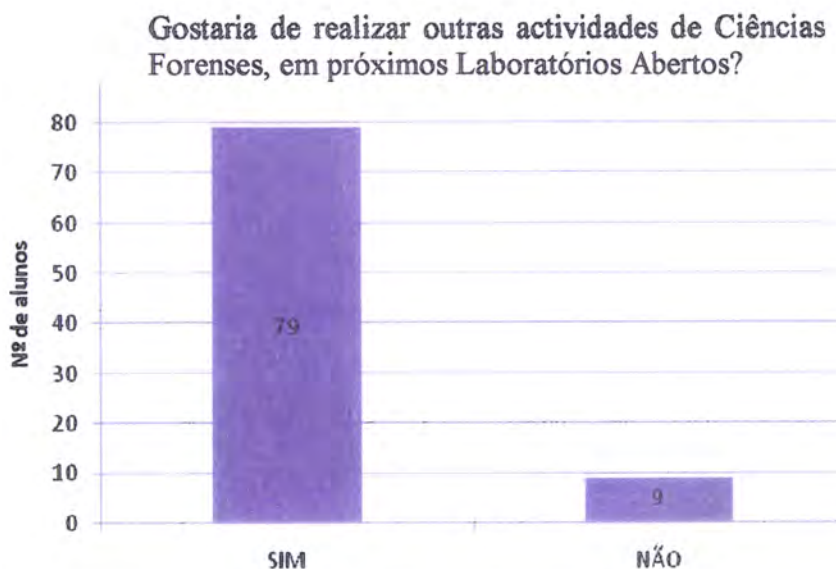


Figura 4.11 – Resultados obtidos na questão 10 – QGS-LA

Aos alunos que responderam SIM era solicitado que sugerissem outras actividades. Foram indicadas a análise de pegadas, balística, identificação de voz e análise de ADN. Foi também sugerido que em próximos “Laboratórios Abertos” os alunos resolvessem um caso, mas fosse atribuído um prémio ao grupo que descobrisse o “criminoso”, em primeiro lugar. Outros alunos propuseram que o caso para resolver decorresse fora do laboratório, com “pistas” espalhadas pela Escola.

Considerando que um dos objectivos do presente trabalho é a motivação para a aprendizagem da Física e da Química será de referir que na questão seis, na qual era abordado este factor, 62,5 % dos alunos assinalaram, como grau de satisfação, o nível 4 e 30,7 % o nível 5 (Muito Satisfeito).

O contributo das actividades realizadas para a compreensão do trabalho em Ciência, inquirido na questão nove, obteve dos alunos, em grau de concordância, 56,8% de respostas no nível 4 e 31,8% no nível 5 (Concordo plenamente).



Na figura 4.12, apresentam-se as respostas às questões em que se solicitava a indicação do grau de satisfação, o que permite uma síntese dos resultados e facilita a análise global e verificação da possibilidade de consecução dos objectivos propostos.

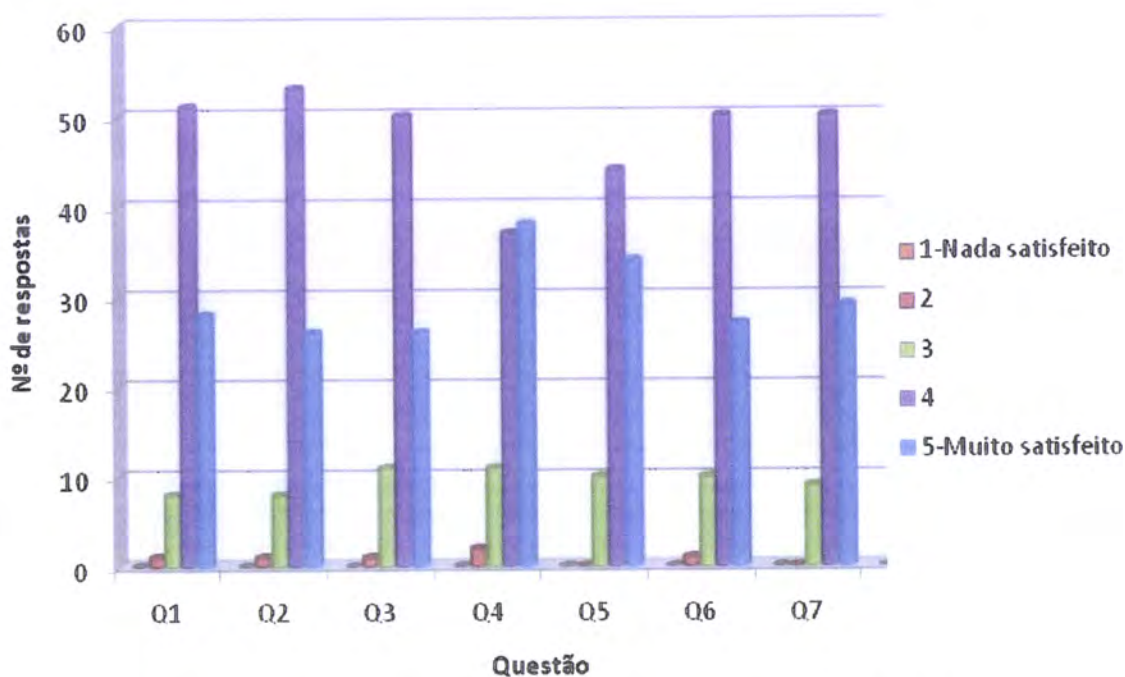


Figura 4.12 – Resultados obtidos nas questões 1 a 7 – QGS-LA

Da análise dos gráficos anteriores constata-se a predominância de respostas no nível 4 e 5 o que poderá levar à conclusão, que na generalidade, os alunos ficaram bastante satisfeitos com as actividades realizadas nos “Laboratórios Abertos” e consideram que as Ciências Forenses poderão ser um factor motivador para a aprendizagem da Física e Química e ajudar na compreensão do trabalho em Ciência.



#### 4.2.2 – Questionário de opinião sobre o blogue CSI-Mafra - Professores (QOB-P)

Em relação ao blogue CSI-Mafra foi solicitada a opinião de professores de Física e Química, de quatro escolas, dos concelhos de Sintra, Amadora, Oeiras e Mafra, que leccionam ou já leccionaram no Ensino Secundário. Este questionário (anexo VIII) foi aplicado, via *e-mail*, a dezoito professores, cuja distribuição etária e por género se apresentam nos gráficos das figuras 4.13 e 4.14.

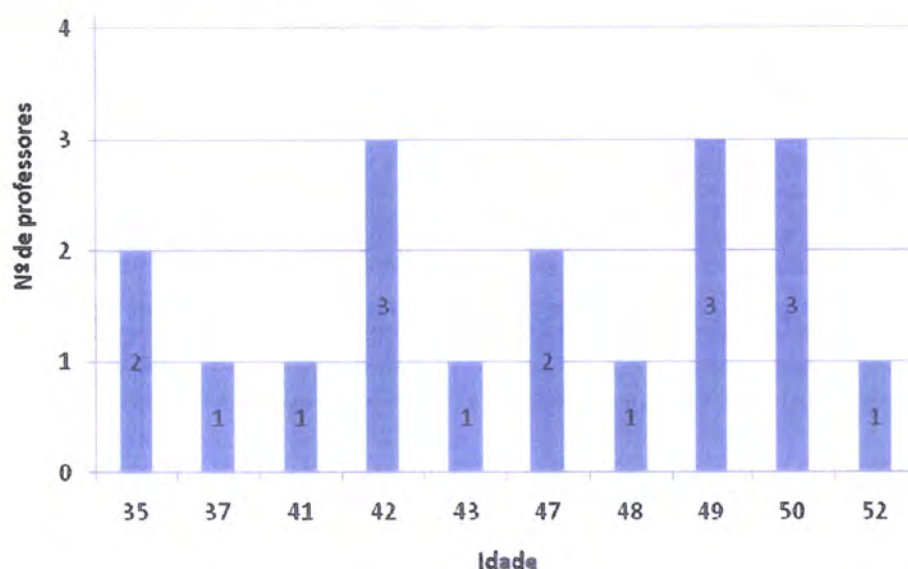


Figura 4.13 - Distribuição etária dos professores que responderam ao QOB-P

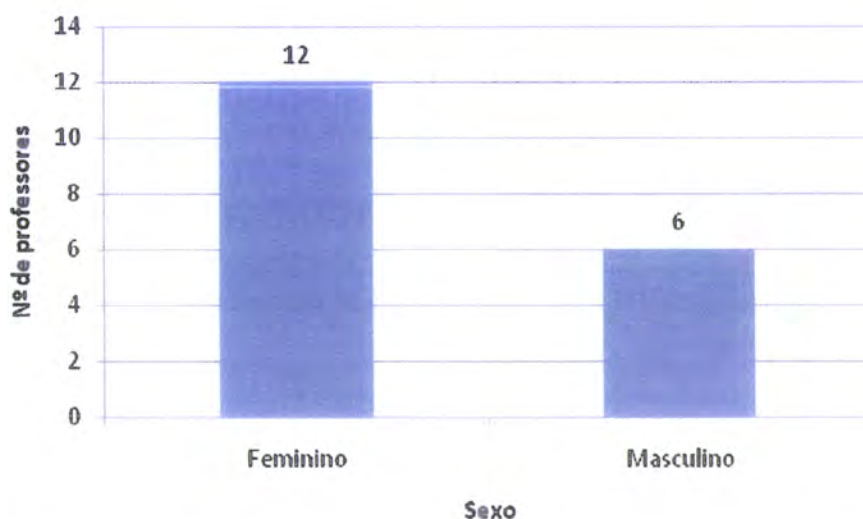


Figura 4.14 - Distribuição por género dos professores que responderam ao QOB-P

Na terceira questão, “Qual a frequência com que visita o blogue CSI-Mafra?” pretendia-se conhecer a regularidade de visitas ao blogue. A figura 4.15 mostra os resultados obtidos onde se pode observar que apenas cinco professores nunca tinham acedido ao blogue. Nestes casos foi solicitado ao professor que acede-se ao endereço <http://csimafra.blogspot.com/> e depois respondesse às questões quatro a dez. Nestas questões era solicitada a opinião sobre o aspecto gráfico, adequação dos temas abordados, contributo para a literacia científica e motivação dos alunos para a aprendizagem da Física e Química. Nas figuras 4.16 a 4.22 são apresentados os resultados obtidos.

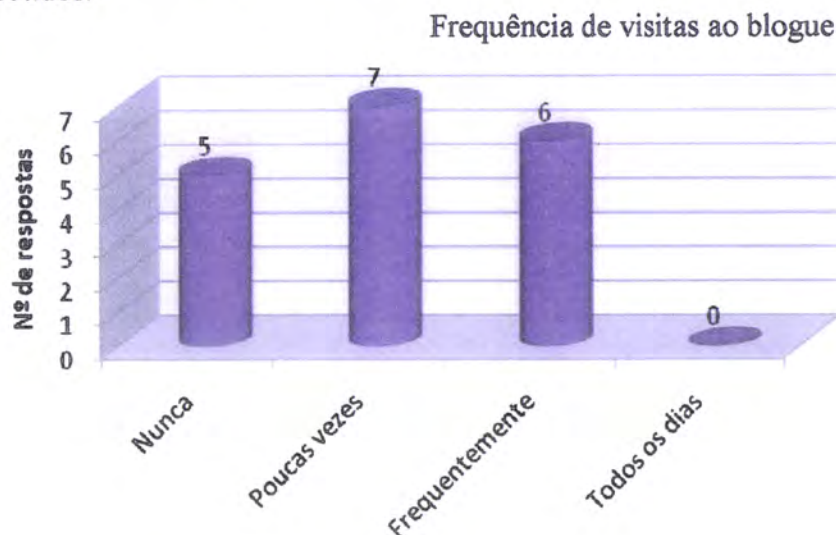


Figura 4.15 – Resultados obtidos na questão 3 – QOB-P



Figura 4.16 – Resultados obtidos na questão 4 – QOB-P

A linguagem e conteúdos científicos, deste blogue, são adequados a alunos do Ensino Secundário?

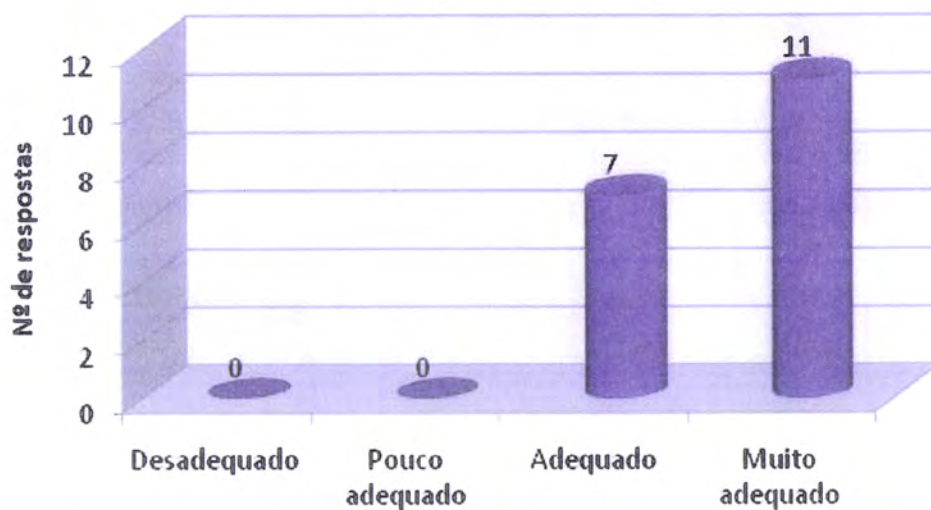


Figura 4.17 – Resultados obtidos na questão 5 – QOB-P

Os temas abordados no blogue são:

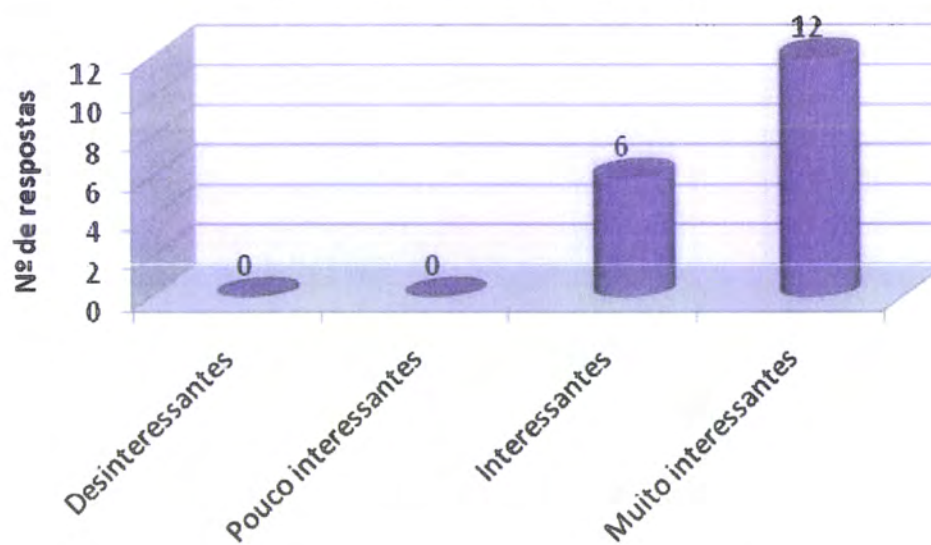


Figura 4.18 – Resultados obtidos na questão 6 – QOB-P

Considera alguns temas desadequados à idade dos alunos?

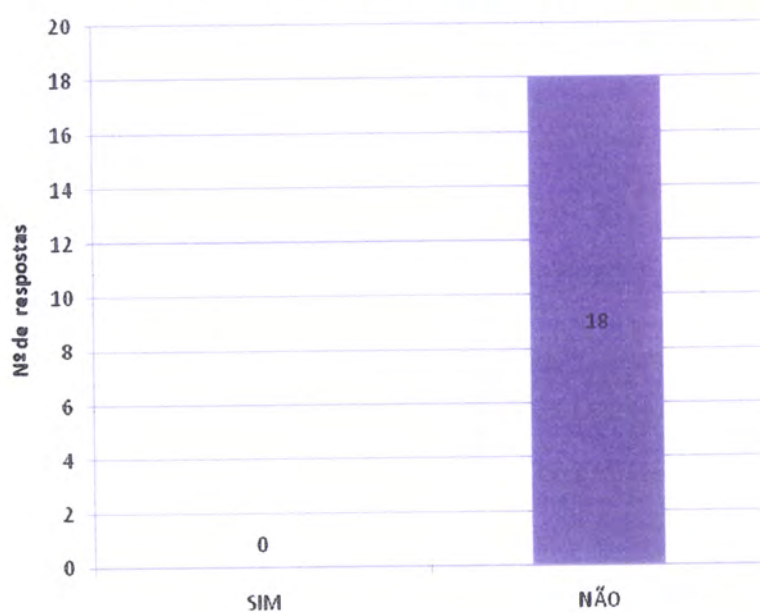


Figura 4.19 – Resultados obtidos na questão 7 – QOB-P

Acha que este blogue pode contribuir para a literacia científica dos alunos?

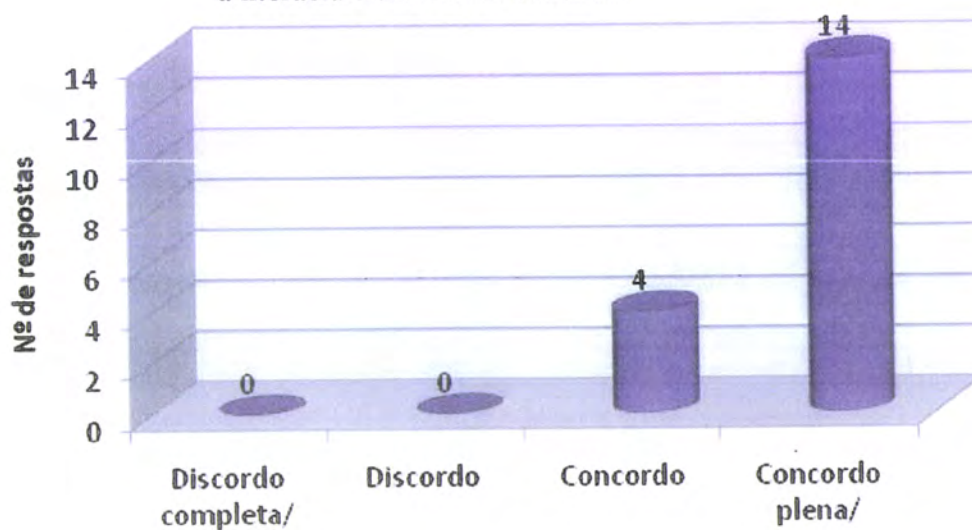


Figura 4.20 – Resultados obtidos na questão 8 – QOB-P



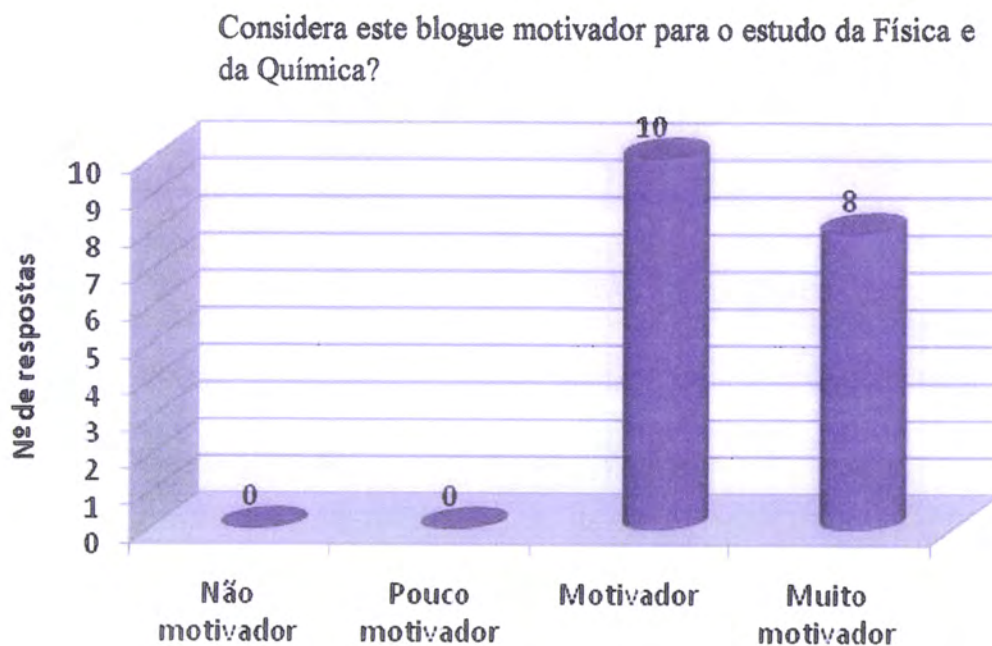


Figura 4.21 – Resultados obtidos na questão 9 – QOB-P

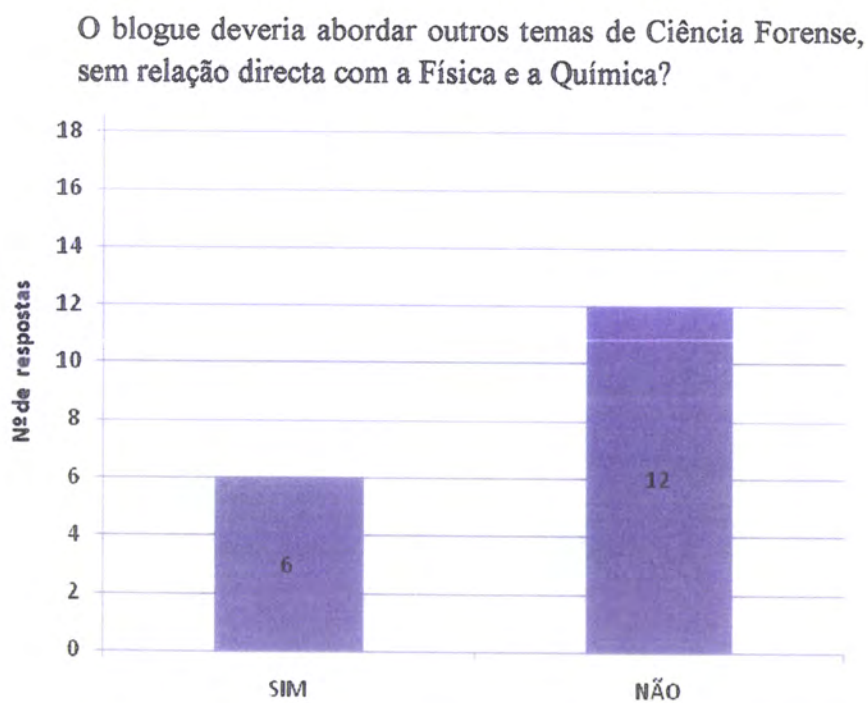


Figura 4.22 – Resultados obtidos na questão 10 – QOB-P

---

Aos professores que responderam SIM era solicitado que indicassem outros temas. Consideram que a variedade de temas contribui para a cultura científica dos jovens e portanto o blogue não se devia limitar só a temas relacionados com Física e Química. Foi também sugerido que fossem colocados exercícios práticos em que os alunos poderiam aplicar as leis aprendidas na sala de aula.

Três professores afirmaram que embora o tema de Ciências Forenses não constituísse uma preferência pessoal, reconhecem que é do interesse dos jovens em geral e portanto poderá ser utilizado como estratégia de ensino.

A maioria dos professores considerou o aspecto gráfico do blogue agradável, os temas abordados adequados à alunos do Ensino Secundário assim como a linguagem e conteúdos científicos.

A possibilidade do blogue contribuir para a literacia científica dos alunos, (questão oito), obteve dos professores, em grau de concordância, 22,3 % de respostas no nível 4 e 77,7 % no nível 5 (Concordo plenamente). Em relação à motivação para o estudo da Física e da Química (questão nove) 55,6 % dos professores consideraram o blogue motivador e 44,4 % muito motivador.

Estes resultados indiciam a possibilidade de utilizar este blogue, fundamentado nas Ciências Forenses, como recurso educativo numa diversificação de estratégias de ensino e aprendizagem na disciplina de FQ-A.

#### 4.2.3 – Questionário de opinião sobre o blogue CSI-Mafra - Alunos (QOB-A)

Foi também solicitada a opinião dos alunos acerca do blogue, através de um questionário (anexo VIII) aplicado via *e-mail*, a cinquenta e três alunos, da Escola Secundária José Saramago, cujos gráficos de distribuição etária e por género são apresentados nas figuras 4.23 e 4.24

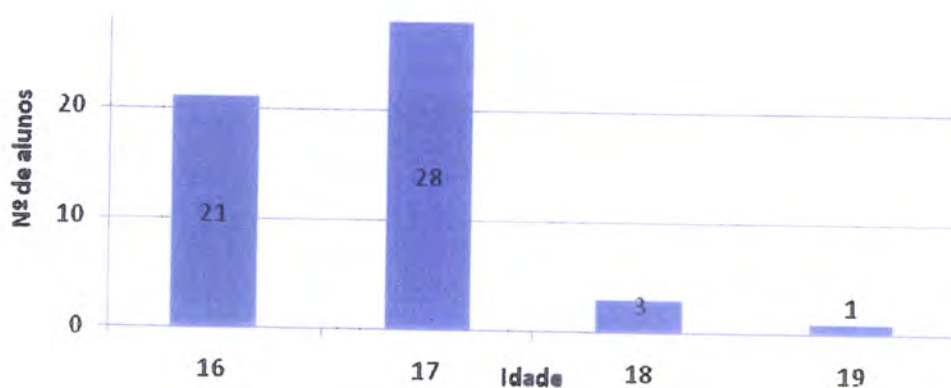


Figura 4.23 - Distribuição etária dos alunos que responderam ao QOB-A

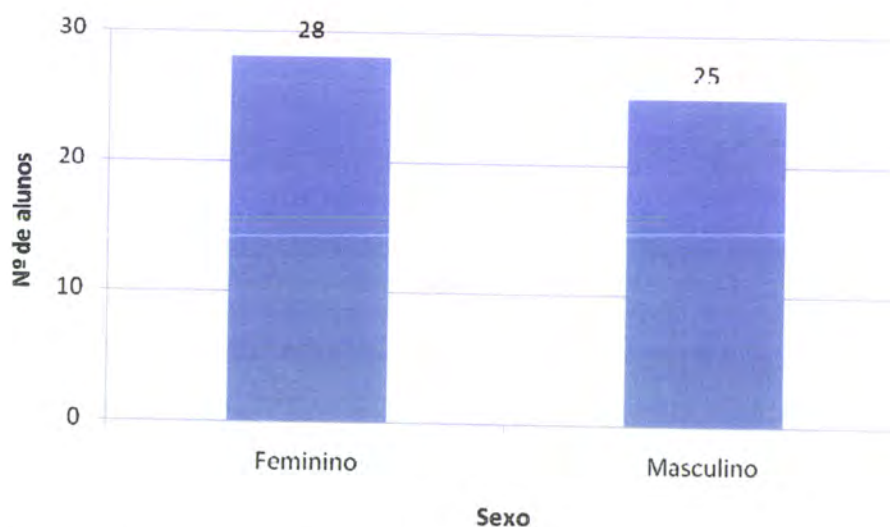


Figura 4.24 - Distribuição por género dos alunos que responderam ao QOB-A

A avaliação da regularidade de acesso ao blogue foi feita pela questão três, (Qual a frequência com que visita o blogue CSI-Mafra?). Os resultados são mostrados



na figura 4.25 onde se pode observar que todos os alunos inquiridos já tinham acedido ao blogue e que cerca de 38% acedem frequentemente.

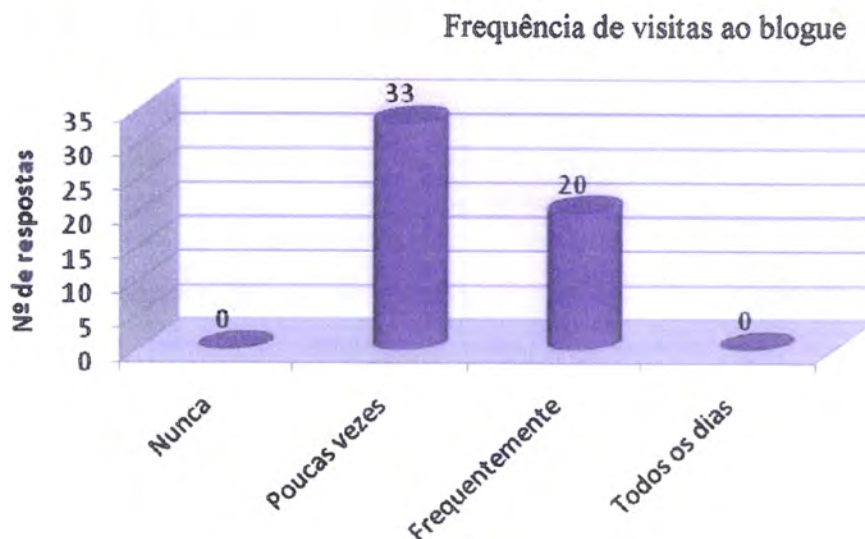


Figura 4.25 – Resultados obtidos na questão 3 – QOB-A

Nas questões quatro a dez era solicitado aos alunos a sua opinião sobre o aspecto gráfico, adequação dos temas abordados, contributo para a literacia científica e motivação para a aprendizagem da Física e Química. Nas figuras 4.26 a 4.32 são apresentados os resultados obtidos.

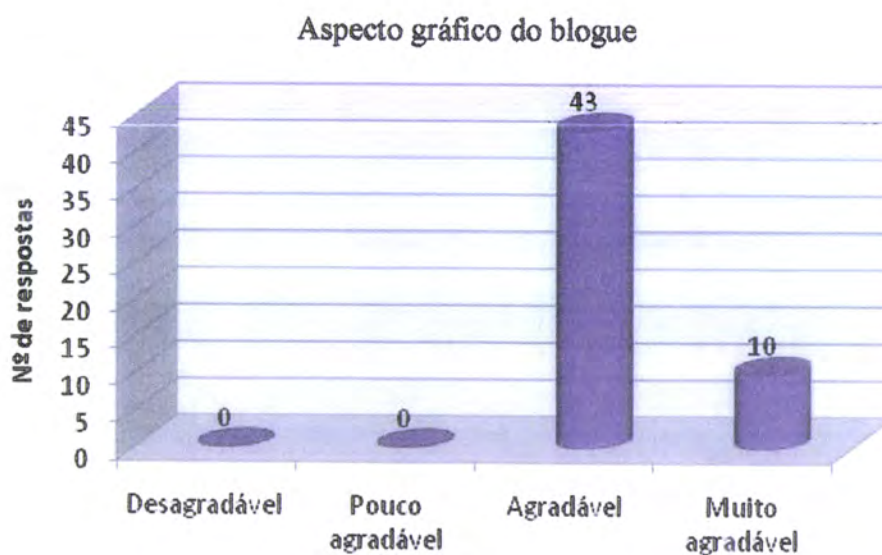


Figura 4.26 – Resultados obtidos na questão 4 – QOB-A



Os conteúdos abordados são adequados aos conhecimentos científicos que já aprendeu?

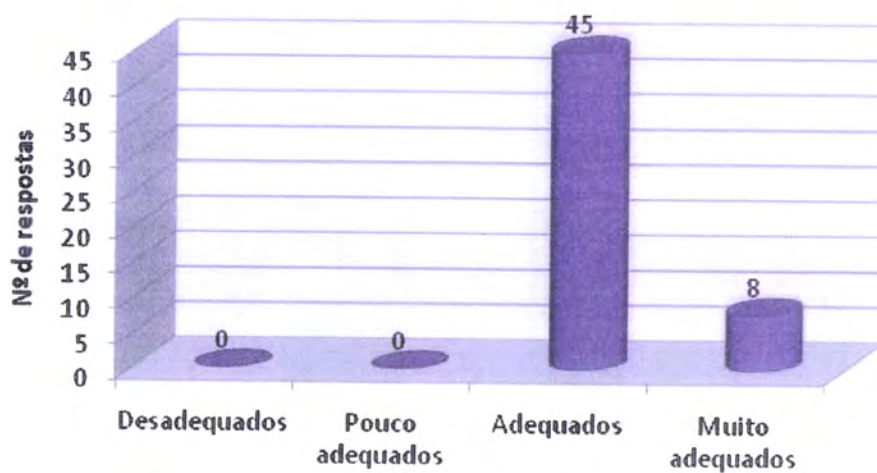


Figura 4.27 – Resultados obtidos na questão 5 – QOB-A

Os temas abordados no blogue são:

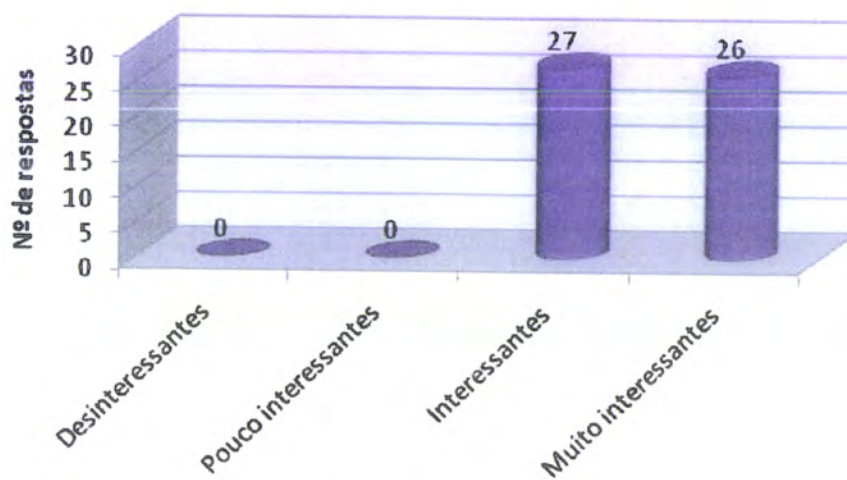


Figura 4.28 – Resultados obtidos na questão 6 – QOB-A

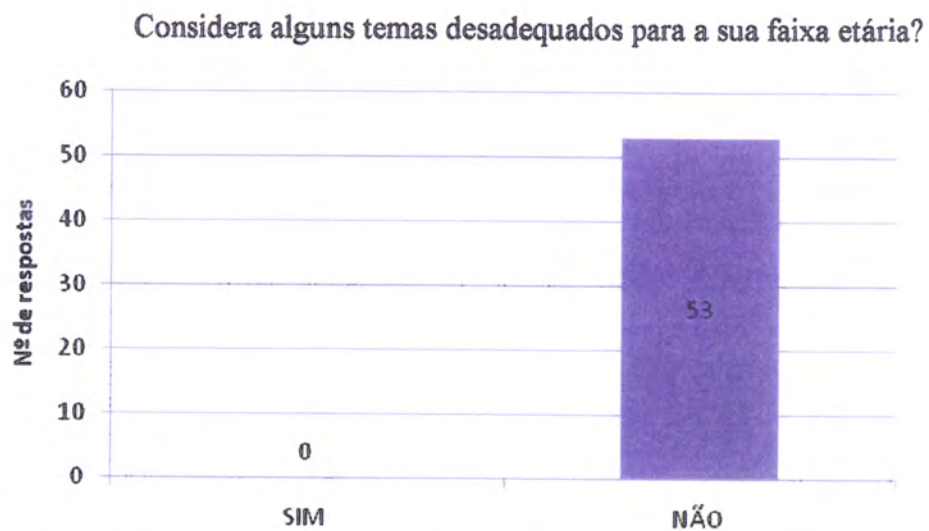


Figura 4.29 – Resultados obtidos na questão 7 – QOB-A

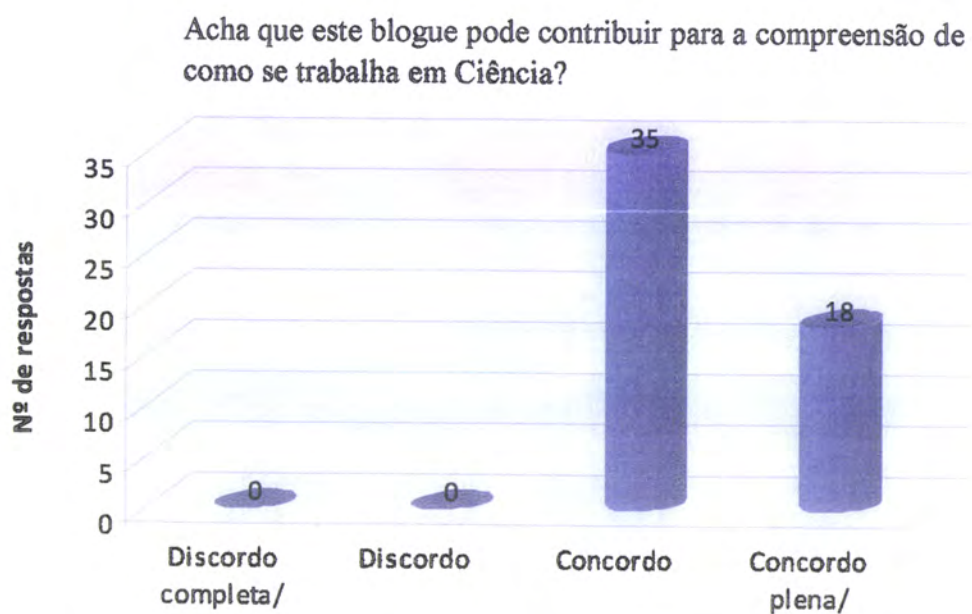


Figura 4.30 – Resultados obtidos na questão 8 – QOB-A

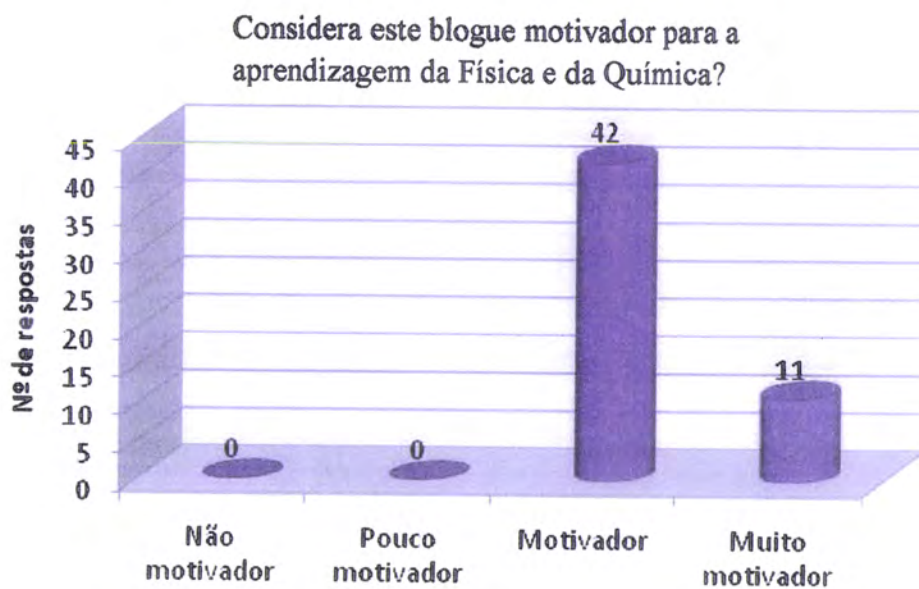


Figura 4.31 – Resultados obtidos na questão 9 – QOB-A

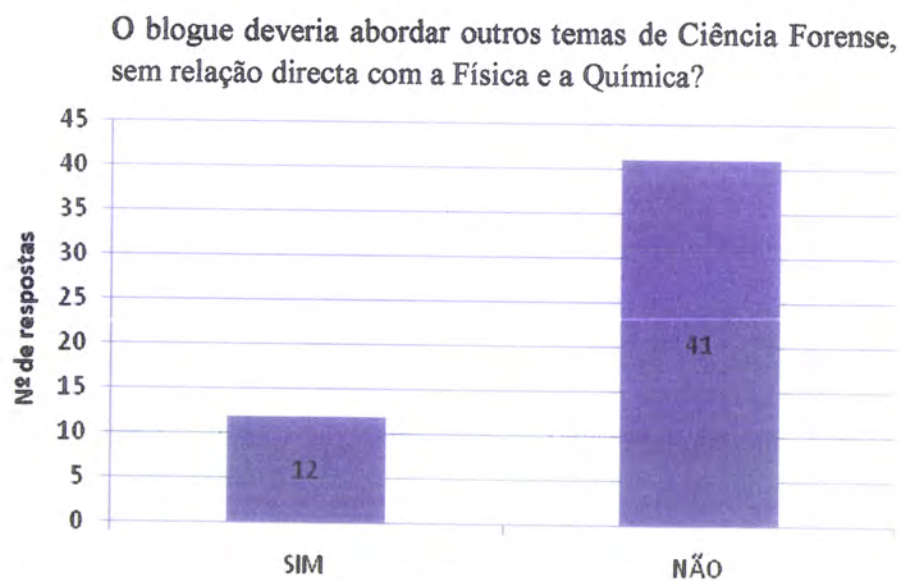


Figura 4.32 – Resultados obtidos na questão 10 – QOB-A

Aos alunos que responderam SIM era solicitado que indicassem outros temas. Os alunos gostariam de ver abordadas outras actividades que são apresentadas nas séries de televisão nomeadamente na série CSI. Dos alunos que responderam NÃO, vinte e três referiram que, apesar da sua resposta, os jogos interactivos com pistas para solucionar crimes deveriam continuar no blogue. Dois destes alunos sugeriram que deveria ser organizada uma secção só com jogos sobre as Ciências Forenses.

Na questão onze (Participou na actividade “Laboratórios Abertos” realizada na Escola?) pretendia-se verificar se os alunos, na Escola, e além do blogue, já tinham tido contacto com algumas técnicas forenses.

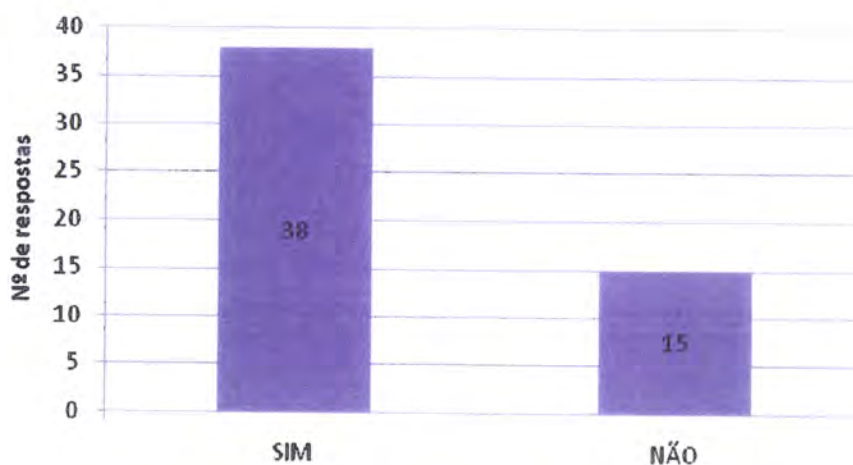


Figura 4.33 – Resultados obtidos na questão 11 – QOB-A

Cerca de 72% dos alunos, que responderam a este questionário, tinham participado na actividade “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra” e portanto terão uma perspectiva, da relação entre as Ciências Forenses e a Física e Química, diferente da dos alunos que só visitaram o blogue, isto considerando que não tiveram, a nível da Escola, outro contacto com as Ciências Forenses.

A maioria dos alunos considerou o aspecto gráfico do blogue agradável, os temas abordados interessantes e adequados à sua faixa etária e conhecimentos científicos científicos.



O contributo do blogue para a compreensão de como se trabalha em Ciência, inquirido na questão oito, obteve dos alunos, em grau de concordância, 66 % de respostas no nível 4 e 34 % no nível 5 (Concordo plenamente). Em relação à motivação para a aprendizagem da Física e da Química (questão nove) 79 % dos alunos consideraram o blogue motivador e 21 % muito motivador.

À semelhança do questionário de opinião dos professores, os resultados indiciam a possibilidade de utilizar este blogue como um recurso complementar, no ensino e aprendizagem na disciplina de FQ-A.

#### 4.2.4 – Questionário de opinião sobre a Acção de Formação de Professores (QOAFP)

Através da aplicação de um questionário (anexo VI) foi solicitada a opinião, acerca da acção de formação “Aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e da Química”, aos quinze professores – formandos – que a concluíram. Nas figuras 4.34 e 4.35 é apresentada, respectivamente, a distribuição etária e por género, dos formandos, e que correspondem às questões um e dois do QOAFP.

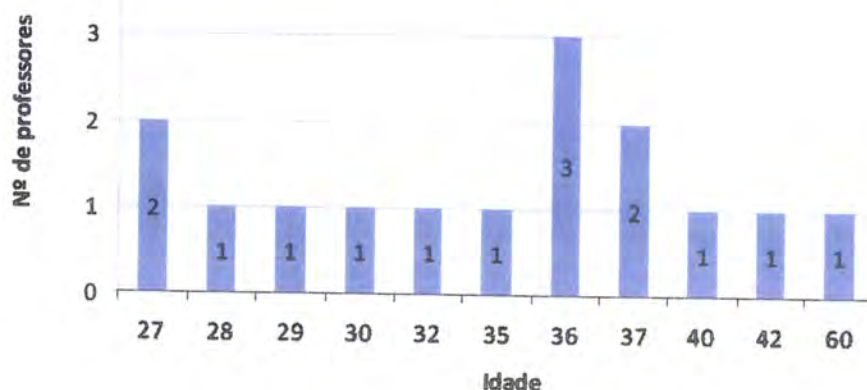


Figura 4.34 - Distribuição etária dos professores que responderam ao QOAFP



Figura 4.35 - Distribuição por género dos professores que responderam ao QOAFP

Nas questões três a oito, foi solicitada a opinião dos formandos sobre a aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e Química assim como sobre a metodologia da acção de formação. As respostas obtidas estão ilustradas nas figuras 4.36 a 4.41.

Os conteúdos abordados, nesta acção de formação, são adequados aos programas de Física e Química.

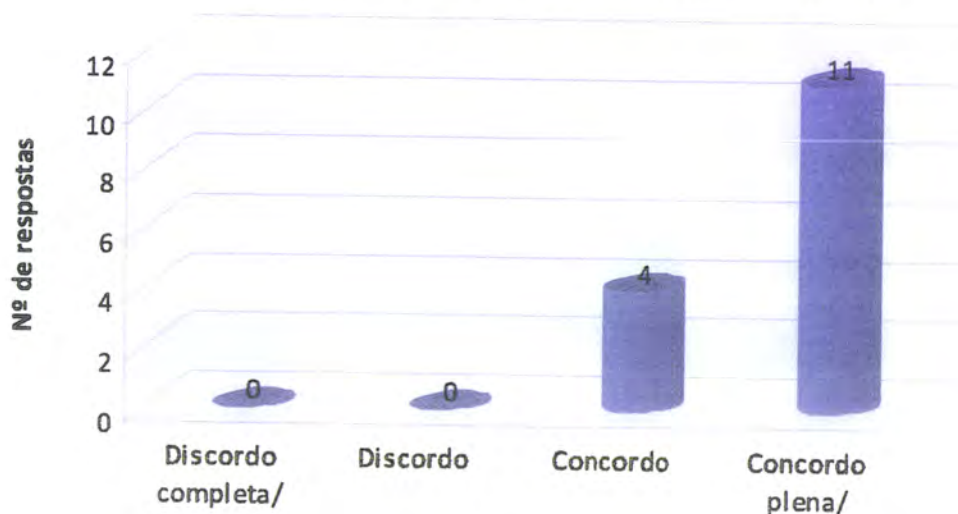


Figura 4.36 – Resultados obtidos na questão 3 – QOAFP

A aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e da Química pode contribuir para a compreensão de como se trabalha em Ciência.

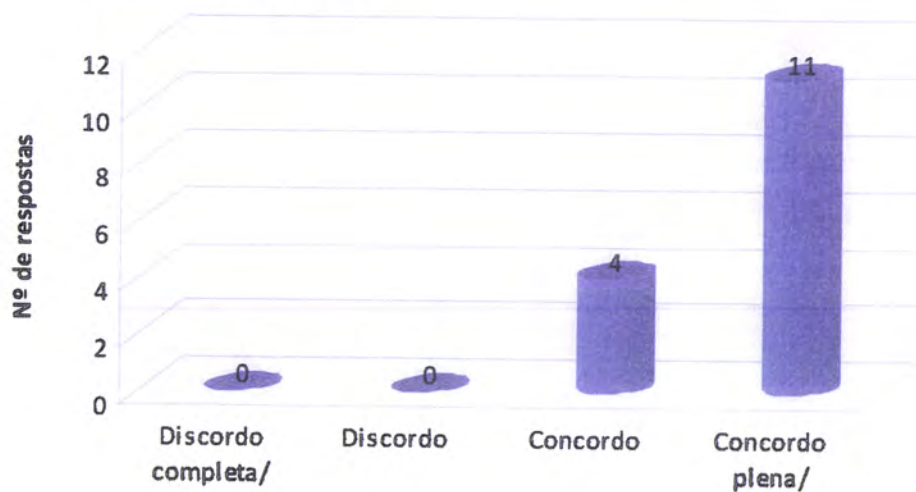


Figura 4.37 – Resultados obtidos na questão 4 – QOAFP

A aplicação das Ciências Forenses, em Clubes da Ciência ou em “Laboratórios Abertos”, pode contribuir para a literacia científica dos alunos.

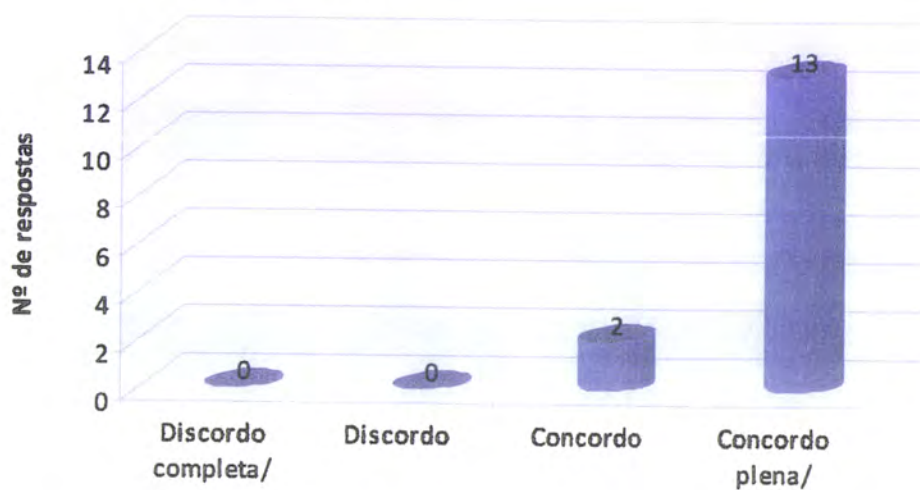


Figura 4.38 – Resultados obtidos na questão 5 – QOAFP



A Ciência Forense é um tema motivador para a aprendizagem da Física e da Química.

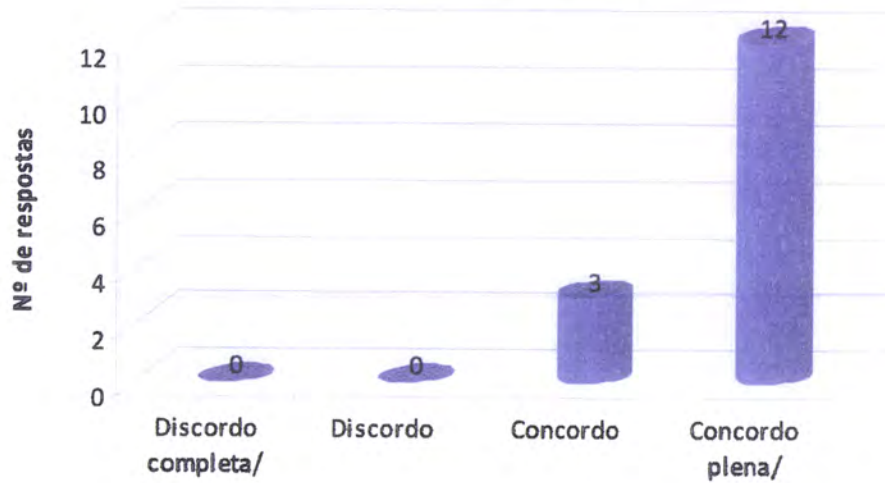


Figura 4.39 – Resultados obtidos na questão 6 – QOAFP

Nesta acção de formação foi demonstrada a possibilidade da elaboração de recursos didácticos diversificados e adequados cientificamente ao ensino de Física e Química.

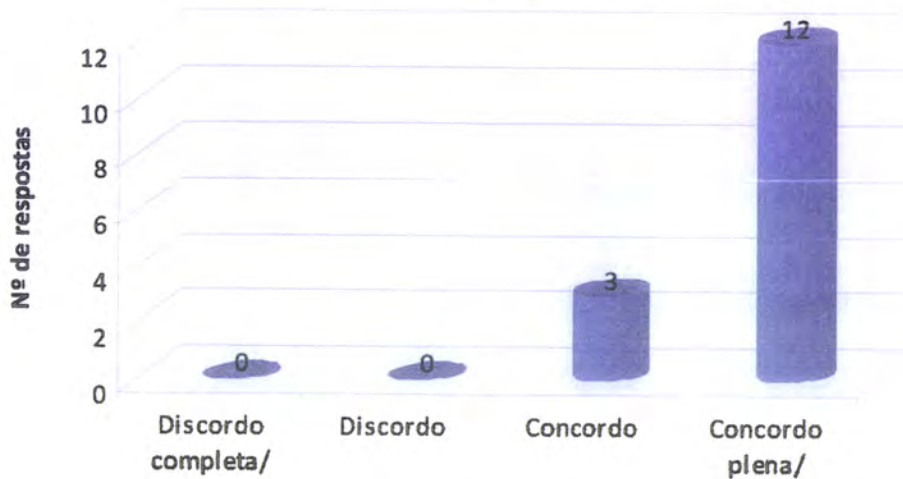


Figura 4.40 – Resultados obtidos na questão 7 – QOAFP

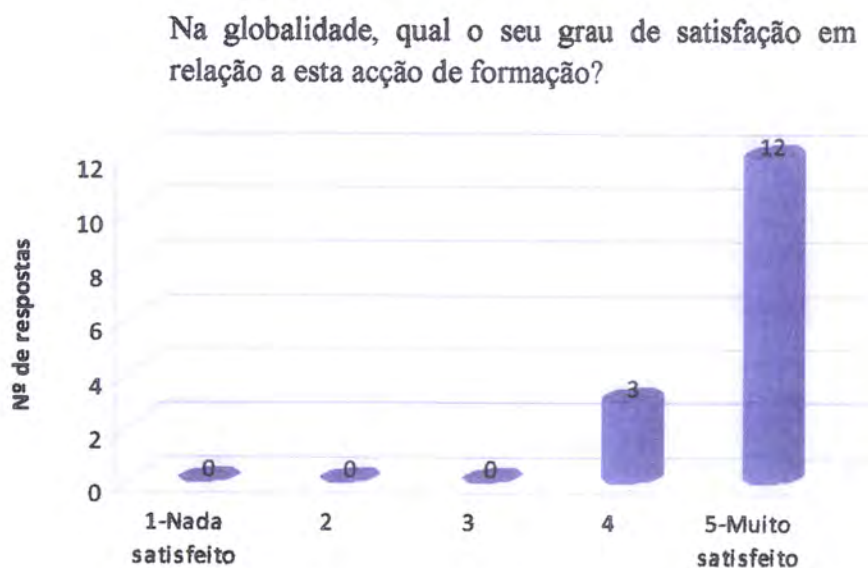


Figura 4.41 – Resultados obtidos na questão 8 – QOAFP

Nas questões três e quatro os formandos concordaram que os conteúdos abordados, nesta acção de formação, são adequados aos programas de Física e Química e que aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e da Química pode contribuir para a compreensão de como se trabalha em Ciência (27% Concordo e 73 % Concordo plenamente).

Os professores que concluíram esta acção de formação consideraram, nas questões seis e sete, que a Ciência Forense é um tema motivador e possibilita a elaboração de recursos didácticos diversificados para o ensino e aprendizagem de Física e Química (20% Concordo e 80 % Concordo plenamente). Na questão oito, 20 % dos formandos assinalaram, como grau de satisfação, o nível 4 e 80 % o nível 5 (Muito Satisfeito) o que está de acordo com o entusiasmo que a formadora constatou aquando da realização dos trabalhos propostos, no decorrer da acção de formação.

---

Além deste questionário de opinião os formandos apresentaram relatórios individuais em que 38 % dos formandos atribuíram, à acção de formação, a classificação de Muito Bom e 62 % a classificação de Excelente, concordando que a aplicação das Ciências Forenses, no ensino e aprendizagem da Física e Química, pode ser um factor motivador e contribuir para a literacia científica da comunidade escolar. As respostas ao questionário de opinião, o interesse e empenho demonstrados pelos formandos assim como o grau de satisfação que manifestaram no final da acção, em relação aos benefícios profissionais efectivos que dela retiraram, podem evidenciar que os objectivos propostos para esta acção de formação foram atingidos.



---

## CAPÍTULO 5

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda hoje, em muitas aulas de Ciência, a aprendizagem é uma actividade passiva, os alunos tomam notas enquanto o professor fala e depois esta informação é repetida nos testes. Os problemas são apenas exercícios em que a resposta está no manual ou em algo que o professor explicou.

É necessário modificar as estratégias de ensino e aprendizagem de modo a proporcionar aos alunos oportunidades de desenvolvimento do pensamento crítico e raciocínio científico que lhes permita, no futuro, fazer escolhas informadas, desenvolver a capacidade de relacionar os conceitos com as aplicações práticas assim como desenvolver competências de comunicação e trabalho de equipa.

Uma destas metodologias, já referida no capítulo dois, é a ABRP que transfere o papel activo, na sala de aula, para os alunos, através de problemas que têm ligação ao dia-a-dia ou em algo que os alunos conheçam, e procedimentos que requerem pesquisa de informação, resolver o problema e apresentar uma solução.

Este método tem algumas dificuldades de implementação, os alunos habituados a modelos tradicionais podem sentir-se inseguros com a nova abordagem e os professores têm de aprender a construir problemas que ajudem os alunos a desenvolver as competências apropriadas e de aprender a facilitar, mais do que dirigir, a aprendizagem dos alunos. Pode parecer uma estratégia potencialmente caótica, mas assenta numa estruturação prévia feita pelo professor, que deve seleccionar os conteúdos e as competências a serem desenvolvidas de acordo com o currículo oficial.

Este método de ensino é também um desafio para o professor, que desempenha um novo papel na sala de aula, envolve uma pesquisa prévia, levantamento dos recursos disponíveis e elaboração dos problemas, mas o empenho que os alunos colocam nestas actividades e a alegria com que desempenham as tarefas necessárias, constituem um óptimo *feedback* para o professor.

---

Muitos assuntos do dia-a-dia podem ser usados na elaboração destas actividades mas julgou-se oportuna a escolha das Ciências Forenses dada natureza destas Ciências e a familiarização que os alunos têm com o tema, devido à popularidade das séries televisivas.

O recurso a assuntos que despertam interesse aos alunos e sobre os quais têm curiosidade permite um maior envolvimento no processo de ensino e aprendizagem.

As Ciências Forenses permitem elaborar problemas que se enquadram numa metodologia de ABRP. O professor pode elaborar um “caso” para os alunos resolverem, mais detalhado, em que vários conteúdos científicos são abordados ou elaborar pequenos “casos” em que são explorados apenas algumas técnicas analíticas. Cabe ao professor decidir como quer aplicar as Ciências Forenses na elaboração das actividades, podem decorrer numa metodologia ABRP ou como actividade orientada, numa abordagem CTS-PC.

Usar as Ciências Forenses pode também contribuir para a literacia científica da comunidade escolar como foi proposto através das actividades do Clube da Ciência, “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra”, e no blogue CSI-Mafra e poderá ser uma estratégia a explorar considerando a opinião dos alunos e professores.

No caso do blogue o endereço <http://csimafra.blogspot.com/> surge aquando da pesquisa, em motores de busca, na *Internet*, e portanto a divulgação científica que se pretendeu abrange outros públicos para além da comunidade escolar. Seria interessante realizar um estudo sobre quem acede ao blogue e que benefícios retiram da sua consulta. Seria possível a colocação de um inquérito no próprio blogue, contudo o seu impacto seria limitado pois não é possível validar os resultados obtidos.

As Ciências Forenses podem ser aplicadas em actividades laboratoriais destinadas a Física e Química A, como foi proposto em 3.2.1, com a utilização de interfaces automáticas de aquisição de dados, da calculadora gráfica e computador assim como aliar a uma metodologia ABRP.

Deste modo, desenvolvem-se simultaneamente várias competências o que dado as limitações, devido à extensão do programa de FQ-A e à existência de Prova de Exame Nacional, permite uma maior eficácia na gestão dos tempos lectivos.



As actividades propostas utilizaram os sensores de movimento, temperatura, pH, som e colorímetro mas é possível melhorar os recursos elaborados acrescentando o uso de outros sensores pois as Ciências Forenses constituem um tema que abrange várias técnicas analíticas.

Como afirmado no capítulo quatro, FQ-A é uma disciplina bianual e será necessário um estudo mais aprofundado, a iniciar no 10º ano e tendo em conta os resultados da Prova de Exame Nacional, no 11º ano, de modo a que esta estratégia de ensino e aprendizagem, aplicando as Ciências Forenses, possa ser validada como um contributo na motivação para o estudo da Física e Química e consequente melhoria dos resultados académicos.

Ao propor os recursos descritos no capítulo três e que se enquadram numa metodologia que privilegia a pesquisa e discussão, assim como a colaboração entre os alunos, existe a possibilidade de apresentar estes recursos sob a forma de *webquest*<sup>8</sup>. Alguns endereços electrónicos de *webquests* estão disponíveis no blogue CSI – Mafra, e na figura 5.1 está representado um exemplo.

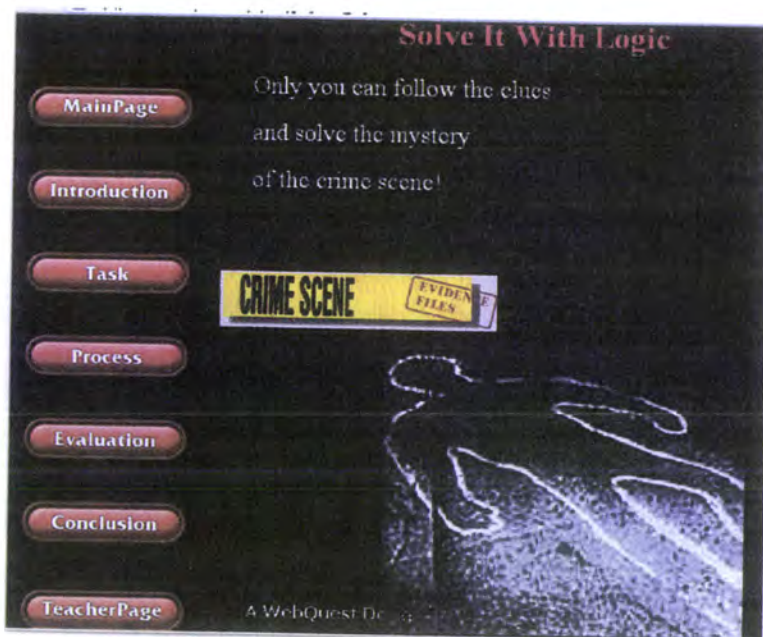


Figura 5.1 – Exemplo de uma *webquest* que aplica as Ciências Forenses. (disponível em: [https://www.msu.edu/~reethskr/myweb/gwq/cover\\_page.htm](https://www.msu.edu/~reethskr/myweb/gwq/cover_page.htm))

<sup>8</sup> *Webquest* é uma atividade investigativa, em que alguma ou toda a informação com que os alunos interagem provém da *Internet*.



---

Outra actividade, que foi proposta pelos alunos, seria a realização de um vídeo retratando um “crime”. Esta actividade poderia ser desenvolvida na disciplina de Área Projecto ou num contexto de interdisciplinaridade, em que pequenos episódios estariam disponíveis num blogue. Estes episódios apresentavam pistas, que poderiam ser discutidas no blogue com o devido enquadramento científico, e propostas soluções para o crime.

Outra vertente que poderá contribuir para a literacia científica da comunidade escolar são as palestras, neste caso sobre as Ciências Forenses, que embora pontuais constituem momentos de divulgação da Ciência e do trabalho em Ciência.

Seria também interessante acompanhar, nos próximos anos lectivos, o trabalho desenvolvido pelos professores que frequentaram a acção de formação “Aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e da Química” e se implementaram ou não junto dos seus alunos, as actividades propostas assim como as metodologias sugeridas.

No final deste trabalho pode considerar-se que a aplicação das Ciências Forenses na elaboração de recursos educativos, a serem explorados em contexto formal ou não formal, pode ser um contributo para a motivação no estudo da Física e da Química, permite diversificar estratégias de ensino e aprendizagem, e pode também contribuir para a literacia científica da comunidade escolar.

Para terminar será de referir que a aplicação dos recursos e o trabalho realizado com os alunos, neste ano lectivo de 2008/2009, constituiu uma experiência gratificante e enriquecedora quer a nível profissional quer a nível pessoal.

---

## BIBLIOGRAFIA

- Abell, S. & Lederman, N. (2007). *Handbook of Research on Science Education*. Routledge-Taylor & Francis Group. Hampshire.
- Aikenhead, G. (2005). *Science for Everyday Life*. Teachers College Press. New York.
- Acevedo, J. et al. (2004). Naturaleza de la ciencia, didáctica de las ciencias, práctica docente y toma de decisiones tecnocientíficas. *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na inovação da educação em Ciência*. 23-30. Universidade de Aveiro.  
Disponível em: <http://www.oei.es/salactsi/acevedo21.htm>
- Acevedo, J. et al. (2005). "Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 121-140.  
Disponível em:  
[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero\\_2\\_2/Acevedo\\_et\\_al\\_2005.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_2/Acevedo_et_al_2005.pdf)
- Acevedo, J. (2008). "El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5 (2), 178-198.  
Disponível em:  
[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen5/Numero\\_5\\_2/Acevedo\\_2008.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen5/Numero_5_2/Acevedo_2008.pdf)
- Acevedo, J. (2009). "Conocimiento didático del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (1), 21-46.  
Disponível em:  
[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero\\_6\\_1/Acevedo\\_2009a.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero_6_1/Acevedo_2009a.pdf)
- Acevedo, J. (2009). "Conocimiento didático del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): una perspectiva". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (2), 164-189.  
Disponível em:  
[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero\\_6\\_2/Acevedo\\_2009b.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero_6_2/Acevedo_2009b.pdf)
- Alonso, A. & Manassero, M. (2007). "En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (2), 247-271.  
Disponível em:  
[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen4/Numero\\_4\\_2/Vazquez\\_Manassero\\_2007.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen4/Numero_4_2/Vazquez_Manassero_2007.pdf)

- 
- Alonso, A. & Manassero, M. (2007). "En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): evidencias empíricas derivadas de la investigación". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (3), 417-441.  
Disponível em:  
[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen4/Numero\\_4\\_3/Vazquez\\_Manassero\\_2007b.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen4/Numero_4_3/Vazquez_Manassero_2007b.pdf)
- Alsop, S. & Hicks, K. (2001). *Teaching Science: A Handbook for Primary and Secondary School Teachers*. Routledge-Taylor & Francis Group. Hampshire.
- Ausubel, D. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Plátano Edições Técnicas. Lisboa
- Bell, S. (2006). *Forensic Chemistry*. Pearson Prentice Hall. New Jersey.
- Bergslien, E. (2006). "Teaching to avoid the CSI Effect – Keeping the Science in Forensic Science". *Journal of Chemical Education*, 83 (5), 690-691.  
Disponível em:  
<http://jchemed.chem.wisc.edu/Journal/Issues/2006/May/abs690.html>
- Borrás, F. (2005). "La serie C.S.I. como metáfora de algunas facetas del trabajo científico". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), 374-387.  
Disponível em:  
[http://www.apaceureka.org/revista/Volumen2/Numero\\_2\\_3/Garc%EDa\\_Borr%E1s\\_2005b.pdf](http://www.apaceureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_3/Garc%EDa_Borr%E1s_2005b.pdf)
- Borrás, F. (2008). "House: outra forma de acercar el trabajo científico a nuestros alumnos". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5 (2), 212-228.  
Disponível em:  
[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen5/Numero\\_5\\_2/Garc%EDa\\_Borr%E1s\\_2008.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen5/Numero_5_2/Garc%EDa_Borr%E1s_2008.pdf)
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M. (2000). *Perspectivas de Ensino das Ciências*. Centro de Estudos de Educação em Ciência. Porto
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Ministério da Educação. Lisboa.
- Cachapuz, A., Paixão, F., Lopes, J. B., Guerra, C. (2008). "Do Estado da Arte da Pesquisa em Educação em Ciências: Linhas de Pesquisa e o Caso Ciência-Tecnologia-Sociedade". *Alexandria-Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(1), 27-49.  
Disponível em:  
[http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero\\_1/artigos/CACHAPUZ.pdf](http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero_1/artigos/CACHAPUZ.pdf)
-

---

Colley, H.; Hodkinson, P. & Malcolm, J. (2002) "Non-formal learning: mapping the conceptual terrain". A consultation report, Leeds: University of Leeds Lifelong Learning Institute. 2002. Disponível no endereço: [http://www.infed.org/archives/e-texts/colley\\_informal\\_learning.htm](http://www.infed.org/archives/e-texts/colley_informal_learning.htm)

Crawford, G. (2007). *Brain-based teaching with adolescent learning in mind*. Corwin Press.

Daniels, H. (2008). *Vygotsky and Research*. Taylor & Francis.

Delisle, R. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Duncan, K. & Daly.Engel, T. (2006). "Using Forensic Science problems as teaching tools". *The Science Teacher*. November, 38-43.

Ennis, R. (1995). *Critical Thinking*. Prentice Hall. New Jersey.

European Commission (2007). *Key Competences for Lifelong Learning. A European Framework*. Office for Official Publications of the European Communities. Luxemburg.

Disponível em:

[http://ec.europa.eu/dgs/education\\_culture/publ/pdf/ll-learning/keycomp\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/education_culture/publ/pdf/ll-learning/keycomp_en.pdf)

Evans, C. (1996). *The Casebook of Forensic Detection: How Science Solved 100 of the World's Most Baffling Crimes*. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Figueiredo, M., Viana, C., Maia, M. (2004). What can Students Learn in the Chemistry Laboratory? 7<sup>th</sup> ECRICE, Ljubljana – European Conference on Research in Chemical Education. 221-227.

Funkhouser, J. & Deslich, B. (2000). "Integrating Forensic Science". *The Science Teacher*. September, 32-35.

Disponível em:

[http://www3.nsta.org/main/news/pdf/tst0009\\_32.pdf](http://www3.nsta.org/main/news/pdf/tst0009_32.pdf)

Funkhouser, J. (2005). *Forensic Science for High School Students*. Kendall Hunt Pub Co. Dubuque, Iowa.

Galvão, C. et al. (2006). *Avaliação de competências em Ciência*. Edições ASA. Lisboa

- 
- Gardner, G. (2006). "The detective mystery: an interdisciplinary foray into basic forensic science". *Science in School*. Issue 3: Winter, 35-38.  
Disponível em:  
<http://www.scienceinschool.org/repository/docs/issue3.pdf>
- Genge, N. (2002). *The Forensic Casebook: The Science of Crime Scene Investigation*. Ballantine Books. New York.
- Gilbert, R. (2004). *Studying Society and Environment: A Guide for Teachers*. Victoria: Thomson Learning Nelson.
- Gil-Pérez, D. & Vilches, A. (2005). "Imersión en la cultura científica para la toma de decisiones: ¿necesidad o mito?". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), 302-329.  
Disponível em:  
[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero\\_2\\_3/Gil\\_Vilches\\_2005b.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_3/Gil_Vilches_2005b.pdf)
- Harris, E. (2006). *Crime Scene Science Fair Projects*. Lark Books. Asheville.
- Hein, E. K. (2007). *The Forensic Mission: Investigate Forensic Science Through a Killer Mystery!* John Wiley and Sons.
- Hodson, D. (2000). "The place of practical work in science education". In Sequeira, M., Dourado L., Vilaça M., Silva J., Afonso A. e Baptista, J. (Orgs). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Universidade do Minho. Braga.
- Houck, M. (2008). *Forensic Science: modern methods of solving crime*. Greenwood Publishing Group.
- Johll, M. (2008). *Investigating Chemistry: A Forensic Science Perspective*. W. H. Freeman.
- Lambros, A. (2004). *Problem-based learning in middle and high school classrooms: a teacher's guide to implementation*. Corwin Press.
- Larkley, J. & Maynard, V. (2008). *Innovation in Education*. Nova Publishers.
- Lederman, N. (2006). Research on nature of Science: reflections on the past, anticipations of the future. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7(1).  
Disponível em: <http://www.ied.edu.hk/apfslt/>
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no Ensino das Ciências. *Cadernos Didáticos de Ciências*. Volume 1. Departamento do Ensino Secundário. Ministério da Educação. Lisboa.
-

- 
- Leite, L. & Figueiroa, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 39, 20-30.
- Llewellyn, D. (2005). *Teaching High School Science Through Inquiry: A Case Study Approach*. California: Corwin Press.
- Lyle, D. (2004). *Forensics For Dummies*. Wiley Publishing, Inc. Indianapolis.
- Martins, I. (2002). “Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), Artículo 2.  
Disponível em: <http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero1/Art2.pdf>
- Martins, I., & Caldeira, H. (2001). Programa de Física e Química A – 10º ano. Departamento do Ensino Secundário. Ministério da Educação. Lisboa.
- Martins, I., & Caldeira, H. (2003). Programa de Física e Química A – 11º ano. Departamento do Ensino Secundário. Ministério da Educação. Lisboa.
- Mazzitelli, C. & Aparicio, M. (2009). “Las actitudes de los alumnos hacia las Ciencias Naturales, en el marco de las representaciones sociales, y su influencia en el aprendizaje”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), Artículo 11. 193-215.  
Disponível em: [http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen8/ART11\\_Vol8\\_N1.pdf](http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen8/ART11_Vol8_N1.pdf)
- Merino, J. & Herrero, F. (2007). “Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6,(3), Artículo 9, 630-648.  
Disponível em: [http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART9\\_Vol6\\_N3.pdf](http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART9_Vol6_N3.pdf)
- Morin, E. (2000). Os sete saberes necessários à educação do futuro. UNESCO. Cortez Editora.
- Neto, A. J. & Valente, M. O., (1997). Aprender a pensar a resolução de problemas: um estudo de orientação metacognitivo em aulas de Física do Ensino Secundário. *Revista de Educação*, 6 (2).
-



---

Neto, A. J. (1998). *Resolução de problemas em Física: conceitos, processos e novas abordagens*. Instituto de Inovação Educacional. Lisboa

Oliva, J. & Acevedo, J. (2005). "La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro.". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 241-250. -

Disponível em:

[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero\\_2\\_2/Oliva\\_Acevedo\\_2005.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_2/Oliva_Acevedo_2005.pdf)

Overton, T. & Potter, N. (2008). "Solving open-ended problems, and the influence of cognitive factors on student success". *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 65 – 69. Royal Society of Chemistry.

Disponível em:

<http://www.rsc.org/Publishing/Journals/RP/article.asp?doi=b801307c>

Palacios, S. (2007). "El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la Física: una experiencia en el aula". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (1), 106-122.

Disponível em:

[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen4/Numero\\_4\\_1/Palacios\\_2006.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen4/Numero_4_1/Palacios_2006.pdf)

Rainis, K. (2005). *Crime-Solving Science Projects: Forensic Science Experiments*. Enslow Publishers, Inc. Berkley Heights.

Ramsland, K. M. (2001). *The Forensic Science of C.S.I.*. Penguin Group USA.

Retamosa, C. (2004). "Laboratorios y batas blancas en el cine". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), 52-63.

Disponível em:

[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero\\_1\\_1/Laboratorios\\_y\\_batas\\_blancas.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_1/Laboratorios_y_batas_blancas.pdf)

Rhoton, J. & Shane, P. (2006). *Teaching Science in the 21st Century*. NSTA Press.

Rocard, M. et al. (2007). *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. Office for Official Publications of the European Communities. Luxemburg.

Disponível em:

[http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)

Saferstein, R. (2008). *Forensic Science: From the Crime Scene to the Crime Lab*. Prentice Hall.

Scheerens, J. (2009). *Informal Learning of Active Citizenship at School: An International Comparative Study in Seven European Countries*. Springer.

- 
- Solbes, J. (2009). "Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico(I): resumen del camino avanzado". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (1), 2-20.  
Disponível em: [http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero\\_6\\_1/Solbes\\_2009a.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero_6_1/Solbes_2009a.pdf)
- Solbes, J. (2009). "Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico(II): nuevas perspectivas". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (2), 190-212.  
Disponível em:  
[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero\\_6\\_2/Solbes\\_2009b.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero_6_2/Solbes_2009b.pdf)
- Tenreiro-Vieira, C. & Magalhães, S. (2006). "Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento Crítico. Um programa de formação de professores". *Revista Portuguesa de Educação*, 19(2), 85-110. Universidade do Minho. Braga.
- Tenreiro-Vieira, C. & Vieira, R. (2006). "Produção e validação de actividades de laboratório promotoras do pensamento crítico dos alunos". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3 (3), pp.452-466.  
Disponível em:  
[http://www.apaceureka.org/revista/Volumen3/Numero\\_3\\_3/Tenreiro\\_Vieira\\_2006\\_portugu%E9s.pdf](http://www.apaceureka.org/revista/Volumen3/Numero_3_3/Tenreiro_Vieira_2006_portugu%E9s.pdf)
- Vasconcelos, C. *et al* (2007). "Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciência". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 235-245.  
Disponível em:  
[http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART1\\_Vol6\\_N2.pdf](http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART1_Vol6_N2.pdf)
- Vazquez, A. & Manasser, M. (2008). "El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: Un indicador inquietante para la educación científica". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5 (3), 274-292.  
Disponível em:  
[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen5/Numero\\_5\\_3/Vazquez\\_Manassero\\_2008.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen5/Numero_5_3/Vazquez_Manassero_2008.pdf)
- Veríssimo, A. & *al* (2002). *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Departamento do Ensino Secundário. Ministério da Educação. Lisboa.
- Walker, P & Wood, E. (1998). *Crime Scene Investigations: Real-Life Science Labs For Grades 6-12*. Jossey-Bass. San Francisco.
- Woolnough, E. (1994). *Effective Science Teaching. Developing Science and Technology Education*. Open University Press. Buckingham.
-

---

## ENDEREÇOS ELECTRÓNICOS CONSULTADOS

Activos em Agosto de 2009

<http://pbln.imsa.edu/>

<http://www.udel.edu/pbl/>

<http://www.udel.edu/pbl/problems/>

<http://bcs.whfreeman.com/johl/default.asp>

<http://school.cengage.com/forensicscience/home.html>

<http://www.centredessciencesdemontreal.com>

<http://forensics.rice.edu/index.html>

<http://learn.genetics.utah.edu>

<http://www.sciencedaily.com>

<http://investigation.discovery.com/>

<http://www.nfstc.org/index.htm>

<http://www.msichicago.org/online-science/activities/>

<http://www.trutv.com/forensics/lab/index.html>

<http://science.howstuffworks.com/forensic-science-channel.htm>

<http://www.lessonplanet.com/search?keywords=forensic+science&rating=3>

<http://www.all-about-forensic-science.com/>

<http://www.asmalldoseof.org/ppt/index.php>

<http://www.accessexcellence.org/AE/mspot/>

<http://science.uniserve.edu.au/school/curric/stage6/chem/forchem.html>

<http://www.virtualmuseum.ca/Exhibitions/Myst/en/index.html>

<http://www.csitheexperience.org/webadventure.html>

---

<http://projects.edtech.sandi.net/kearny/forensic/>

<http://www.canajoharieschools.org/elementary/elemnews/Forensics%20Site/Index.html>

<http://www2.ufrsd.net/staffwww/stefanl/Webquest/Evidence/index.htm>

[https://www.msu.edu/~reethskr/myweb/gwq/cover\\_page.htm](https://www.msu.edu/~reethskr/myweb/gwq/cover_page.htm)

<http://www.discoverychannel.co.uk/crime/csi/>

[http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human\\_Genome/elsi/forensics.shtml](http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/elsi/forensics.shtml)

[http://www.education-world.com/a\\_curr/curr177.shtml](http://www.education-world.com/a_curr/curr177.shtml)

<http://ejse.southwestern.edu/>

<http://www.asdlib.org/onlineArticles/elabware/thompson/Stories/Stories1.html>

<http://www.forensicdna.com/>

[http://www.forensiceducation.com/forensic\\_files/index.htm](http://www.forensiceducation.com/forensic_files/index.htm)

<http://library.thinkquest.org/04oct/00206/lesson.htm>

<http://www.geocities.com/sseagraves/forensicscienceactivites.htm>

<http://www.juliantrubin.com/encyclopedia/topics/forensicscience.html>

<http://www.shambles.net/pages/learning/ScienceP/forensic/>

[http://www.forensicsciencesfoundation.org/career\\_paths/careers.htm](http://www.forensicsciencesfoundation.org/career_paths/careers.htm)

<http://www.nclark.net/ForensicChem>

<http://www.ncsu.edu/kenanfellows/2002/pligon/forensics/lessons.html>

<http://www.lyndaelyzoo.com/Forensics%20page/Forensics%20links/Forensics%20links%20page.htm>

<http://alex.edfac.usyd.edu.au/methods/science/studentwork/ForensicChem.html#teaching%20materials>

<http://www.scienceinschool.org/>

<http://www.ul.ie/~childsp/CinA/>

<http://web.ist.utl.pt/palmira/ars.scientia>

---

[http://www.abc.net.au/science/forensic/crime\\_scene.htm](http://www.abc.net.au/science/forensic/crime_scene.htm)

<http://www.pbs.org/wgbh/nova/teachers/>

<http://phs.pedr3.org/science/forensics/index.html>

<http://www.planet-science.com/whodunit/>

<http://www.nsta.org/>

<http://www.sciencemystery.com/>

<http://www.sciencespot.net/Pages/kdzforsci.html>

<http://forensic.to/forensic.html>

<http://chemistry.about.com/od/demonstrationexperiments/u/scienceprojects.htm>

<http://www.angelo.edu/faculty/kboudrea/demos/luminol/luminol.htm>

<http://www.practicalchemistry.org/experiments/>

<http://www.chm.bris.ac.uk/webprojects2002/fleming/experimental.htm>

<http://www.virtualsciencefair.com/index.html>

<http://www.forensic.santoshraut.com/forensic.htm>

[http://www.fbi.gov/hq/lab/fsc/backissu/jan2004/research/2004\\_01\\_research01b.htm](http://www.fbi.gov/hq/lab/fsc/backissu/jan2004/research/2004_01_research01b.htm)

<http://www.openschool.bc.ca/courses/science/scitech11/mod4.html>

<http://www.nap.edu/topics.php?topic=282>

<http://www.chymist.com/>

<http://www.rsc.org/>



**ANEXOS**



## **Anexo I**

**Actividades Laboratoriais, utilizando interfaces automáticas de aquisição de dados, destinadas à disciplina de FQ A e grelha de observação do trabalho laboratorial**



## FÍSICA e QUÍMICA A

### Actividade Laboratorial Teste a “drogas”

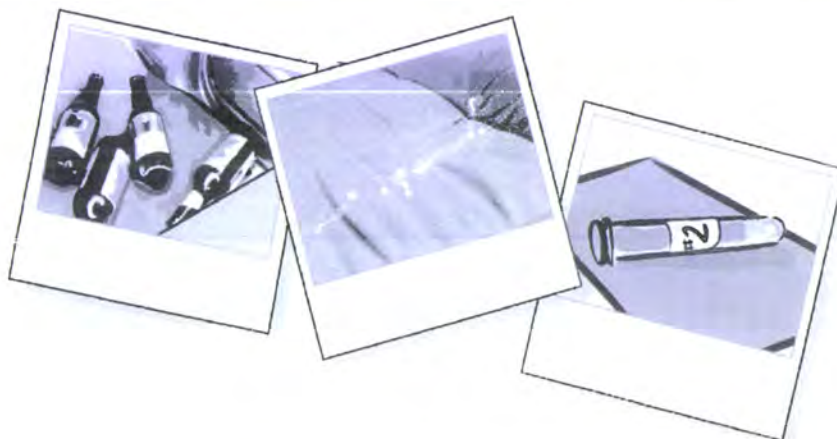
Nome \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

#### Relatório da Polícia

Os agentes da Polícia mandaram parar ontem, às 20 h e 50 minutos, o Sr. Joaquim Mendonça por condução perigosa. O teste do balão indicou que o indivíduo estava alcoolizado apresentando uma taxa de alcoolémia de 1,2 mg/L. Após busca ao seu veículo os agentes encontraram um pó branco espalhado no assento do passageiro da frente. A dispersão do pó parece indicar que o indivíduo terá atirado, pela janela do passageiro, uma substância desconhecida, antes de ter sido mandado parar pelos agentes. Dado que tinha nevado nesta noite não possível detectar o pó na estrada.

Foram também encontradas, no automóvel, várias garrafas de cerveja, vazias. O pó recolhido, foi enviado para o laboratório, para análise. (Fotografias em anexo).

O Sr. Mendonça foi acusado de condução perigosa, sob o efeito de álcool, e aguarda-se o resultado da análise ao pó, de modo a que seja acusado ou não, de posse de substância ilegal.



Como poderia identificar o pó branco encontrado no veículo?

(adaptado de Texas Instruments©)

## OPÇÃO

### ACTIVIDADE LABORATORIAL ESTRUTURADA

#### Objectivos

- Distinguir entre propriedades físicas e propriedades químicas.
- Distinguir entre observações qualitativas e quantitativas.
- Distinguir entre solução e mistura.
- Medição do pH e da condutividade de uma mistura.

#### Introdução

Podemos identificar um pó desconhecido através das suas propriedades físicas e químicas.

#### Material

Calculadora gráfica TI-84™ Plus

Aplicação DataMate™

CBL 2™ (Calculator-Based Laboratory)

Sensor de pH

Sensor de condutividade

Vinagre

5 amostras de pós brancos - "drogas"- conhecidas ( por exemplo: fermento, açúcar, pó de talco, farinha, giz, sal, leite em pó, gesso, sais de fruto ou anti-ácido)

1 amostra de pó branco desconhecido ("do carro do Sr. Mendonça")

Água desionizada

Espátulas

Papel absorvente

Copos de precipitação de 50 mL

Varetas

Etiquetas

Pipetas descartáveis

Esguicho

Lupa

Balança

## **Procedimento**

### **Parte I – Aparência dos pós**

- 1 – Pesar, em vidros de relógio, 2 g de cada amostra e transfira para copos de precipitação devidamente etiquetados. Identifique o pó, do carro do Sr. Mendonça, como desconhecido.
- 2 – Observe cada uma das amostras com uma lupa, e registre as suas observações no QUADRO I

### **Parte II – Preparação das soluções**

- 1 – Prepare misturas de água desionizada e pó, para cada uma das amostras, adicionando 20 mL de água em cada copo de precipitação. Agite com a vareta, durante 15 minutos, com intervalos de 3 minutos. Deixe repousar durante 5 minutos.
- 2 – Observe o aspecto das misturas de água e pó (solubilidade, cor, libertação de gás). Registe as suas observações no QUADRO I.

### **Parte III – Medição do pH das amostras**

- 1 - Ligar o CBL2 à máquina de calcular através do respectivo cabo.
- 2 - Ligar o sensor de pH ao canal 1 (CH1) do CBL2.
- 3 - Executar a aplicação DataMate na calculadora. O programa deve reconhecer que no CH1 está ligado o sensor de pH. Seleccione SINGLE POINT.
- 4 – Coloque o sensor no copo de precipitação, com a mistura água+pó, e registe o pH no QUADRO I.
- 5 - Retire o sensor, lave com água desionizada e seque com papel absorvente.
- 6 – Repita 4 e 5 com as outras amostras.

#### **Parte IV – Medição da condutividade das amostras**

- 1 – Remover o sensor de pH e ligar o de condutividade. Seleccionar no sensor 0 - 20000  $\mu\text{S}$ .
- 2 – Colocar o sensor em água desionizada seleccionar SETUP e opção ZERO.
- 3 – Mergulhar o sensor e medir a condutividade de cada uma das misturas água+pó. Registe o valor no QUADRO I.
- 4 - Retire o sensor, lave com água desionizada e seque com papel absorvente.
- 6 – Repita 4 e 5 com as outras amostras.

#### **Parte V – Reacção das amostras com vinagre**

- 1 – Pesar, em vidros de relógio, 2 g de cada amostra e transfira para copos de precipitação devidamente etiquetados.
- 2 – Adicione 10 mL de vinagre a cada amostra. Verifique se ocorre ou não reacção. Registe as suas observações no QUADRO I.

**QUADRO I**

Amostra	Aparência	Adição de água	pH	Condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ )	Reacção com vinagre
1					
2					
3					
4					
5					
6 (desconhecido)					

**Análise dos dados obtidos**

- 1 – Com base nas suas observações, qual dos pós poderá ser a substância encontrada no carro? Justifique.
- 2 – Porque que razão se pesou a mesma massa de amostra?
- 3 – Explique a diferença entre propriedades físicas e propriedades químicas. Dê um exemplo de cada uma delas, entre os procedimentos realizados nesta actividade.



- 4 – Explique a diferença entre uma observação qualitativa e uma observação quantitativa. Dê um exemplo de cada uma delas, entre os procedimentos realizados nesta actividade.
- 5 – Indique dois testes, além dos realizados, que os cientistas forenses podem usar para identificar uma droga.
- 6 - O teste do balão indicou que o indivíduo estava alcoolizado apresentando uma taxa de alcoolémia de 1,2 mg/L.
- 6.1 - Qual é o significado desta afirmação?
- 6.2 – Expresse este valor em mol dm<sup>-3</sup>.

**Para o professor**

**Exemplo de resultados obtidos**

**Quadro I**

Amostra	Aparência	Adição de água	pH	Condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ )	Reacção com vinagre
1 (farinha)	Pó branco e fino	Não se dissolve	6,5	345	Não reage
2 ( $\text{NaHCO}_3$ )	Pó branco e fino	Dissolução parcial	8,0	$1,39 \times 10^4$	Eferescência
3 (fermento)	Pó branco e fino	Eferescência	6,9	9049	Eferescência
4 (sal)	Pó branco e fino	Dissolve-se	6,7	$1,76 \times 10^4$	Quase dissolvido
5 (açúcar)	Pó branco e fino	Dissolve-se	7,2	0	Quase dissolvido
6 (desconhecido)	Pó branco e fino	Eferescência	6,5	9263	Eferescência

## Respostas às questões

### Questão 1

Pode ser fermento. Os alunos devem indicar as propriedades que justificaram a escolha.

### Questão 2

Quando se fazem comparações entre amostras devem manter-se constantes as variáveis não testadas.

### Questão 3

As propriedades físicas podem ser medidas sem alterar a substância. Exemplos: solubilidade, pH e condutividade.

Quando as propriedades químicas são medidas a substância é alterada ou destruída. Exemplos: reacção com a água e com o vinagre.

### Questão 4

Numa observação qualitativa usam-se os sentidos e não se realiza uma medição. Exemplos: dissolução, a reacção com água e com vinagre.

Na observação quantitativa realiza-se a medição numérica de uma propriedade da substância. Exemplos: pH e condutividade.

### Questão 5

Os cientistas forenses podem usar a cromatografia em fase gasosa, espectrometria de massa, espectroscopia de infravermelho, electroforese, titulação, reacções de precipitação e reacções de oxidação-redução.

(adaptado de Texas Instruments)



## Física e Química A

### Actividade Laboratorial Apanhados pela tinta

Nome \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

#### Detida suspeita no caso do desaparecimento do programador informático

##### Tinta misteriosa foi a chave!

Lisboa, 23 de Agosto – A ciência foi indispensável na resolução do caso de rapto do programador do software, Inteligência Artificial (IA), que iria ser usado pelo governo. No dia em que divulgou o seu programa, avaliado em milhões de euros, Luís Santos, desapareceu. Numa busca, ao seu apartamento, verificaram que também o computador e o programa tinham desaparecido. Foi encontrado um pedido de resgate de 50 milhões de euros, dirigido ao Estado, ameaçando a destruição do programa.

O pedido estava escrito com uma tinta preta, que após análise química pelos peritos forenses, se revelou ser de um marcador para retocar fotografias. Estes marcadores são pouco usuais e caros e os investigadores encontraram um, no apartamento de um dos suspeitos. Trata-se de Tânia Lemos que se encontra detida preventivamente, sem fiança. Desconhece-se, ainda, o paradeiro de Luís Santos e do seu programa IA.

Jornal "Notícias de Lisboa"

Como poderia identificar a tinta com que foi escrito o pedido de resgate?

(adaptado de Texas Instruments®)

## OPÇÃO

### ACTIVIDADE LABORATORIAL ESTRUTURADA

#### Objectivos

- Medir a absorvência de soluções a diferentes comprimentos de onda.
- Identificar uma tinta desconhecida pela sua absorvência a determinados comprimentos de onda.

#### Introdução

No colorímetro um feixe de luz, de um determinado comprimento de onda na zona do visível, atravessa uma solução e é medida a intensidade de luz que é transmitida. Depois o colorímetro calcula a quantidade que foi absorvida pela solução ou seja a absorvência. Esta técnica pode ajudar a identificar soluções coradas porque a cor está relacionada com comprimento de onda, na zona do visível, a que a solução absorve mais ou menos radiação. Para uma mesma solução e a um mesmo comprimento de onda a absorvência depende também da concentração.

A maior parte das tintas são misturas de vários pigmentos. Quando separamos estas misturas podemos identificar quais os pigmentos e a sua proporção na mistura. Cada marca comercial tem a sua própria mistura e cada pigmento tem propriedades espectrais distintas. Essas propriedades podem ser estudadas ao examinar a absorvência a diferentes comprimentos de onda.

Assim, podemos identificar a tinta, num pedido de resgate, de modo a eliminar suspeitos.

## Material

Calculadora gráfica TI-84™ Plus

Aplicação DataMate™

CBL 2™ (Calculator-Based Laboratory)

6 células espectrofotométricas

5 amostras de tintas pretas diluídas

(marcas conhecidas)

1 amostra de tinta preta desconhecida

Água desionizada

Papel absorvente



## Procedimento

- 1 - Preparar o branco ( $H_2O$  desionizada), as amostras, com o mesmo factor de diluição, de tintas padrão e a amostra desconhecida. Numere-os de 0 (branco) a 6 (amostra desconhecida).
- 2- Ligar o CBL2 à máquina de calcular através do respectivo cabo.
- 3 - Ligar o colorímetro ao canal 1 (CH1) do CBL2.
- 4 - Executar a aplicação DataMate na calculadora. O programa deve reconhecer que no CH1 está ligado o sensor COLORIMETER.
- 5 - Usando as setas do colorímetro seleccionar o comprimento de onda (635 nm) e pressionar.
- 6 - Colocar no colorímetro uma célula espectrofotométrica contendo o branco fechar a tampa e pressione CAL. O valor da absorvência (Absorbance) deve ser 0.000 ou 0.001.
- 7 - Pressionar 1:SETUP para aceder ao ecrã de configuração, colocar o cursor em MODE e pressionar ENTER.
- 8 - No ecrã SELECT MODE seleccionar 3: EVENTS WITH ENTRY, seguido de 1:OK



9 - Introduzir uma célula com a tinta 1, diluída. Pressionar 2:START para iniciar a recolha de dados.

10 - Após a estabilização do valor da absorvência, seleccione KEEP para registar a absorvência. Surge no ecrã da calculadora ENTER A VALUE. Escreva o número da amostra e seleccione OK.

11 - Proceder do mesmo modo para as outras tintas padrão e a amostra desconhecida.

12 - Seleccione STOP quando tiver colhidos os dados de todas as soluções. Surge no ecrã um gráfico da absorvência para cada solução. Usando o cursor anote o valor da absorvência, para cada amostra, no QUADRO I.

13 - Repita os passos 9 a 12, mas seleccionando o comprimento de onda 565 nm.

14 - Repita os passos 9 a 12, mas seleccionando o comprimento de onda 470 nm.

15 - Repita os passos 9 a 12, mas seleccionando o comprimento de onda 430 nm.

QUADRO I

Amostra	Cor da solução Álcool+tinta preta	Absorvência 635 nm	Absorvência 565 nm	Absorvência 470 nm	Absorvência 430 nm
1					
2					
3					
4					
5					
6 (desconhecida)					

A tinta desconhecida é provavelmente \_\_\_\_\_

### **Análise dos dados obtidos**

1 – Explique como identificou a amostra desconhecida.

2 – Porque razão as tintas apresentam diferentes valores de absorvências quando aparentemente têm a mesma cor?

3 – Se as tintas fossem de cor vermelha ou azul teria registado as mesmas variações nos valores de absorvência? Justifique a sua resposta.

(adaptado de Texas Instruments©)

### Para o professor

As amostras de tinta preta podem ser obtidas abrindo a carga da caneta e colocando-a em álcool. Depois procede-se à diluição da solução álcool+tinta, com água desionizada, para determinar a absorvência.

#### Exemplo de resultados obtidos

Amostra	Cor da solução Álcool+tinta preta	Absorvência 635 nm	Absorvência 565 nm	Absorvência 470 nm	Absorvência 430 nm
1	preta	0,408	0,498	0,539	0,492
2	azul	0,951	0,986	0,958	0,926
3	púrpura/roxo	0,278	0,681	0,433	0,402
4	púrpura/roxo	0,111	0,355	0,217	0,182
5	púrpura/roxo	0,181	0,379	0,262	0,241
6 (desconhecida)	púrpura/roxo	0,288	0,673	0,437	0,395

Provavelmente a tinta desconhecida é de uma caneta da mesma marca que a amostra 3.

## Respostas às questões

### Questão 1

Os valores das absorvências eram os mais próximos dos valores obtidos para a tinta desconhecida.

### Questão 2

Embora as tintas tenham a mesma cor a proporção dos corantes e o tipo de corantes presentes são diferentes e portanto os valores de absorvência também variam.

### Questão 3

A variação dos valores de absorvência deveria ser menor porque a tinta azul e a tinta vermelha são constituídas por uma mistura de menor número de pigmentos.



Actividade Laboratorial  
Atropelamento e fuga

Nome \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

**Relatório da Polícia**

Teresa Reis, de 58 anos, foi atropelada, quarta-feira, por um S.U.V. (*Sport Utility Vehicle*) de cor escura, pelas 19h e 20 minutos. Não conseguiu ver a matrícula mas sabe que foi atingida pelo lado direito do pára-choques da frente, e que o carro abrandou quase até parar e depois acelerou e fugiu.

A vítima acha que o atropelamento aconteceu entre as 19.15 e as 19.25.

Uma descrição do veículo e um alerta de atropelamento e fuga foi lançado. Três polícias detectaram veículos com o pára-choques frontal danificado e registaram os seguintes depoimentos dos condutores:

Catarina Tomás, 25 anos – foi mandada parar por excesso de velocidade e quando o agente reparou no pára-choques afirmou que tinha batido ao estacionar.

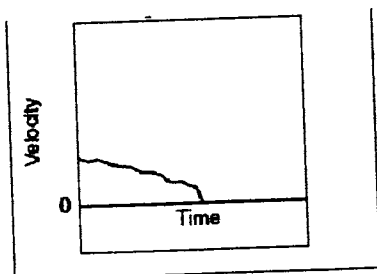
João Pereira, 38 anos – multado por bloquear uma boca de incêndio, alegou que tinha batido, no pára-arranca, da hora de ponta.

Maria dos Anjos, 53 anos – mandada parar por excesso de velocidade justificou o estrago no pára-choques afirmando que um vizinho, ao fazer marcha atrás quando saía da garagem, tinha batido no seu carro.

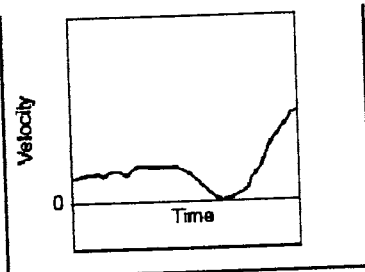
Foi feito *download* dos dados de cada *EDR* destes veículos, e verificou-se que as colisões tinham ocorrido entre as 19 e as 20h de quarta-feira.

Dados dos *EDR*

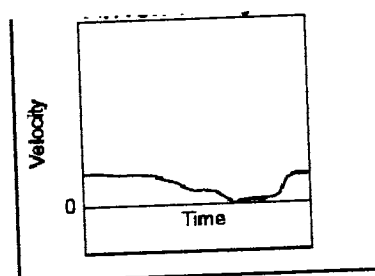
Catarina Tomás



João Pereira



Maria dos Anjos



Qual dos suspeitos é, provavelmente, culpado do atropelamento e fuga?

(adaptado de Texas Instruments©)

## OPÇÃO

### ACTIVIDADE LABORATORIAL ESTRUTURADA ou APSA

#### Objectivos

- Compreender que a distância percorrida, velocidade e aceleração estão relacionadas.
- Fazer previsões a partir dos gráficos de velocidade e posição, em função do tempo.

#### Introdução

Podemos usar a informação do *EDR (Event Data Recorder)* de um carro, para fazer a reconstituição de um acidente e identificar o culpado de um atropelamento e fuga.

#### Material

Calculadora gráfica TI-84™ Plus

Aplicação Vernier EasyData™

CBR 2™ (Calculator-Based Ranger)

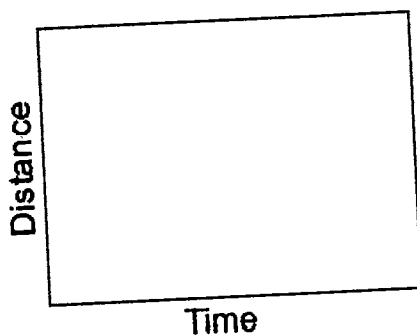
Carrinho (com pelo menos 10 cm de altura ou com alvo)

#### Procedimento

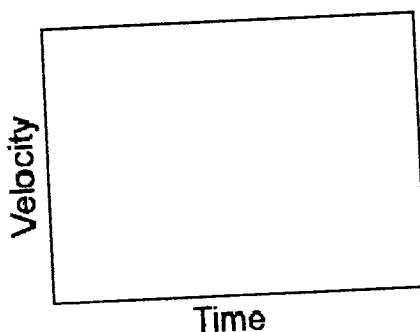
- 1 – Ligar o CBR 2 à calculadora gráfica. Abrir a aplicação EasyData.
- 2 – Colocar o CBR a cerca de 30 cm (0.3 m) do carrinho. Verificar se no Setup a opção Units está configurada para meters (m).
- 3 – Seleccione Timegraph e mude os parâmetros da experiência de modo que a aquisição de dados seja feita a cada 0.05 s e durante 3 s (number of samples 60).
- 4 – Pressione Start e empurre o carrinho. Ao fim de 3s os dados são transferidos para a calculadora e surge um gráfico posição-tempo. Seleccione Plots e examine o gráfico velocidade-tempo.
- 5 – Esboce os gráficos obtidos na calculadora.



### Posição-Tempo



### Velocidade-Tempo



### Análise dos gráficos obtidos na calculadora

Utilizando as setas mova o cursor sobre o gráfico respectivo e responda às seguintes questões.

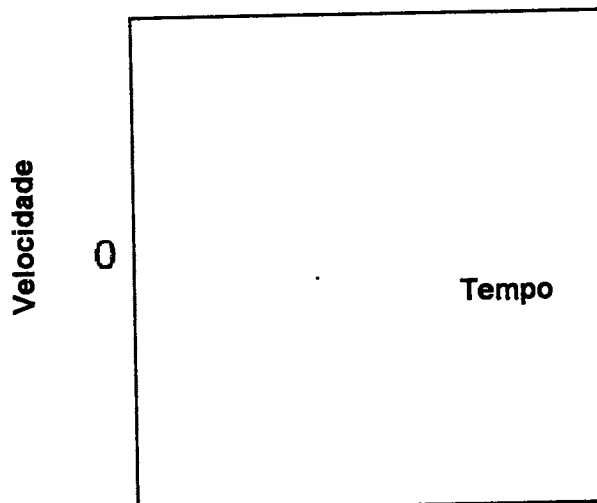
1 – Considerando o gráfico velocidade-tempo, indique o instante em que o carrinho começou a mover-se.

2 – Qual foi a velocidade máxima atingida pelo carrinho e em que instante?

3 - Considerando o gráfico posição-tempo, verifique se o instante indicado na questão 1 corresponde ao instante em que a distância, ao CBR, aumentou.

4 - Qual é a posição do carro quando atingiu a velocidade máxima?

5 - Suponha que um veículo desloca-se com velocidade constante, usando o *cruise control*, e de repente trava até parar. Esboce o gráfico velocidade-tempo para esta situação. Faça uma legenda indicando quando ocorre a travagem e o instante em que o carro pára.



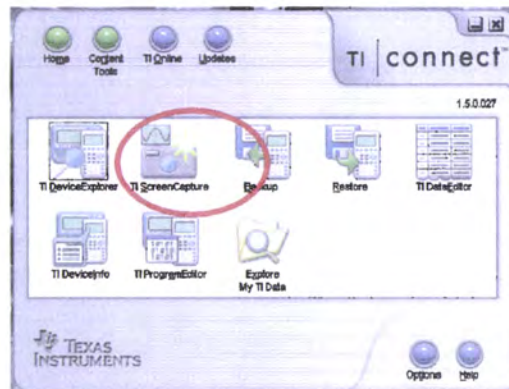
6 - Considerando o relatório da polícia e os dados recolhidos pelo *EDR*, pode indicar qual dos suspeitos é, provavelmente, culpado do atropelamento e fuga? Justifique a sua resposta.

## Para o professor

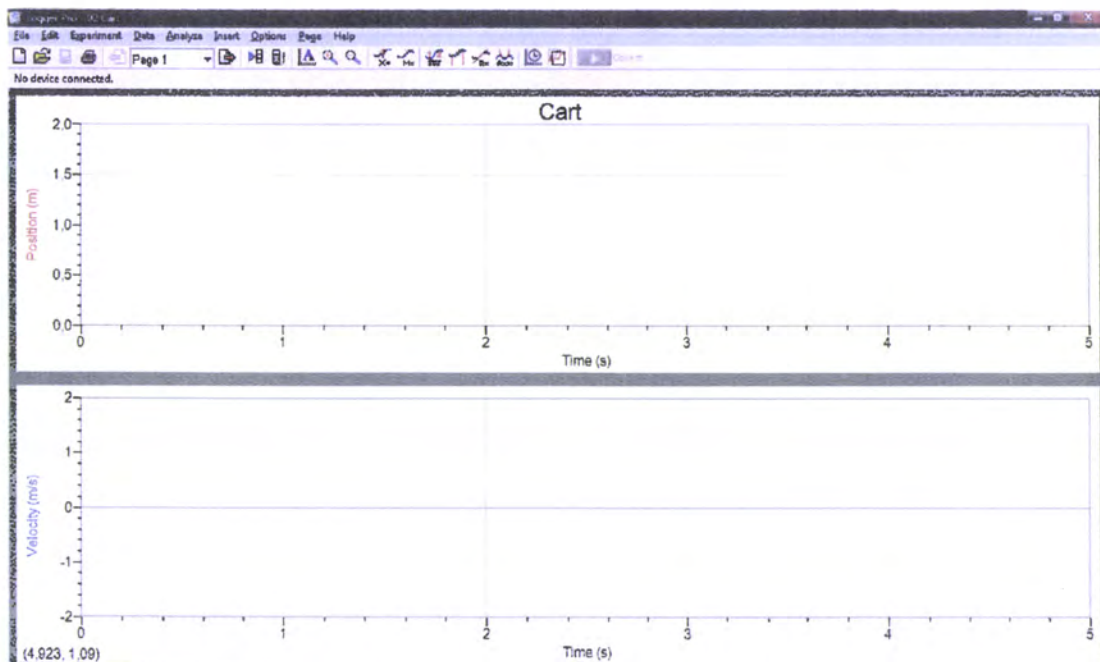
### Preparação do sensor e da calculadora gráfica, para aquisição de dados



A captura do ecrã, para simular os gráficos obtidos pelo EDR, é feita com o *software* TI Connect que acompanha a calculadora gráfica e que deverá estar instalado no computador.

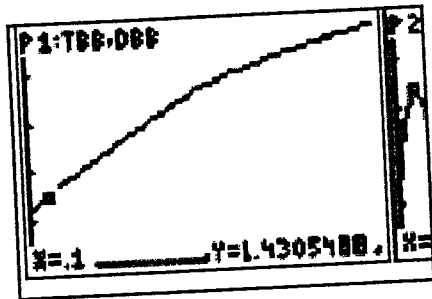


Outra opção é utilizar o computador com o *software* LoggerPro para recolha e análise de dados.

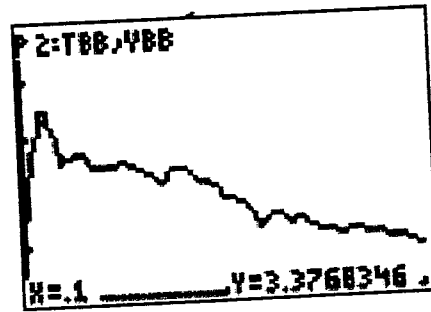


Exemplos de gráficos obtidos

Posição-Tempo

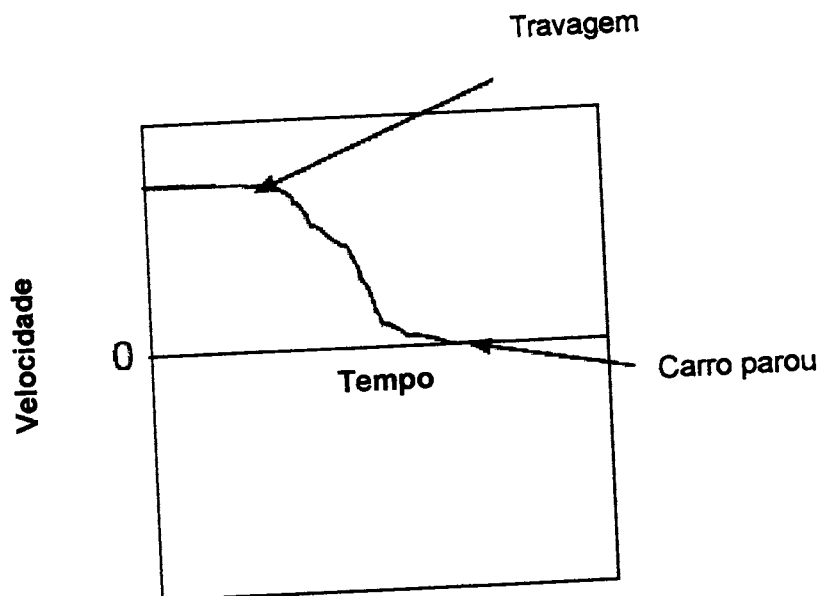


Velocidade-Tempo



Respostas às questões

Questão 5



### Questão 6

O gráfico da Catarina corresponde à sua história. Mostra uma paragem súbita e o carro continuou parado, o que está de acordo com um choque enquanto estacionava.

O gráfico da Maria também está de acordo com as suas afirmações. Mostra uma diminuição da velocidade e depois uma aceleração consistente com um choque com outro carro.

O gráfico do João mostra uma travagem súbita seguida de um aumento rápido de velocidade, o que não está de acordo com a sua história. Se tivesse batido durante o pára-arranca, da hora de ponta, o gráfico mostraria pequenas alterações da velocidade e nunca poderia ter acelerado daquela forma. Este gráfico é consistente com o atropelamento e fuga, e portanto podemos considerar que, provavelmente, o João é o culpado.

(adaptado de Texas Instruments©)



## FÍSICA e QUÍMICA A – 11º ANO

### Actividade Laboratorial Identifique esse Som

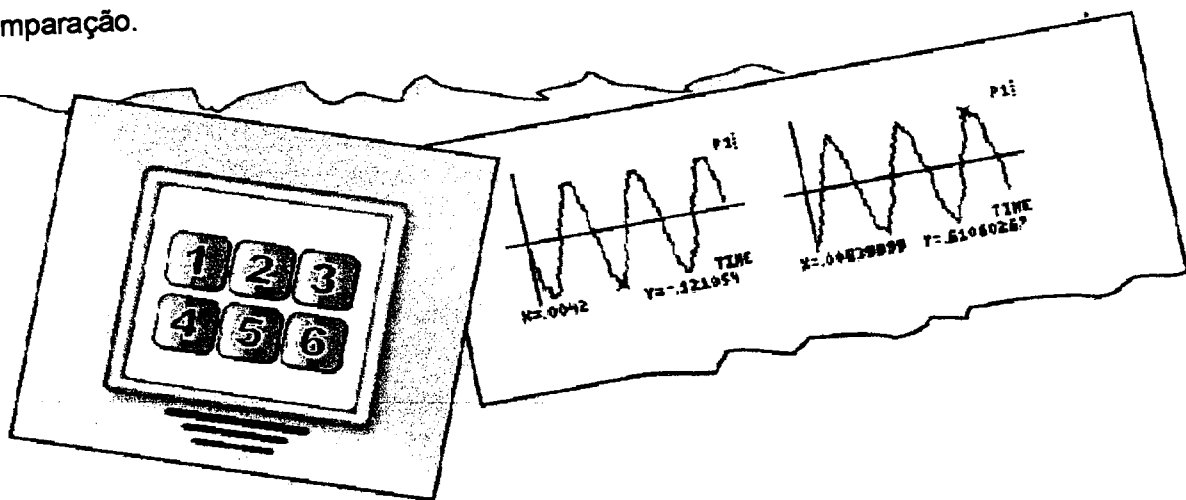
Nome \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

#### Relatório da Polícia

Na noite de segunda-feira, a casa da milionária Estefânia Ramirez foi assaltada e roubaram a sua famosa colecção de rubis. Os rubis estavam num cofre que tem uma fechadura computadorizada e um teclado semelhante a um telefone. Cada vez que que uma tecla é pressionada toca uma determinada nota. Este método foi utilizado porque a Sr<sup>a</sup> Ramirez é idosa e vê mal. A combinação musical só devia ser conhecida por ela.

De momento o único suspeito é o jardineiro, Carlos Cunha, de 28 anos. A polícia encontrou, no seu apartamento, equipamento computadorizado, de tecnologia sofisticada, para gravação de som. Descobriram também, ficheiros contendo sons digitalizados de uma sequência musical. O jardineiro poderia ter gravado a combinação musical quando a Sr<sup>a</sup> Ramirez abriu o cofre.

Os ficheiros e o teclado do cofre foram enviados, para o laboratório forense, para análise e comparação.



Como podemos provar se os ficheiros de som, encontrados no apartamento do jardineiro, correspondem à combinação musical do cofre da Sr<sup>a</sup> Ramirez?

(adaptado de Texas Instruments©)



## OPÇÃO

### ACTIVIDADE LABORATORIAL ESTRUTURADA ou APSA

#### Objectivos

- Detectar a forma da onda sonora, de uma nota musical, usando um microfone (sensor)
- Calcular a frequência de uma nota musical a partir do período da onda sonora.
- Identificar as notas musicais que constituem o código de um cofre

#### Introdução

Podemos identificar notas musicais através da sua frequência, analisando a representação gráfica de um som harmónico, gerado por um diapasão.

#### Material

Calculadora gráfica TI-84™ Plus

Aplicação Vernier EasyData™

CBL 2™ (Calculator-Based Laboratory) e cabo de ligação

Sensor Vernier-Microphone

6 diapasões de diferentes frequências (correspondendo às diferentes notas musicais)

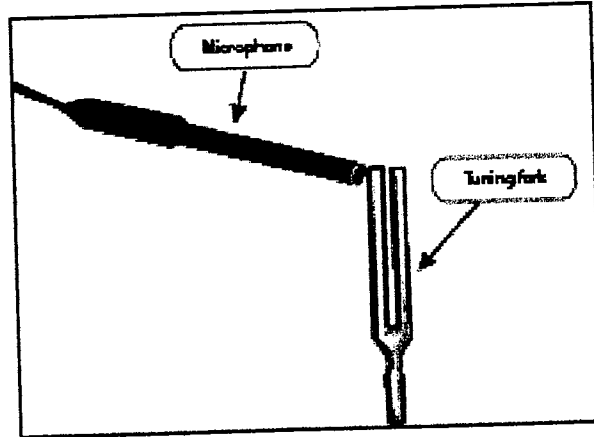
Martelo de diapasão

#### Procedimento

1 – Ligar o CBL 2 à calculadora e o sensor microfone ao CH1 do CBL 2.

2 – Abrir a aplicação EasyData.

3 – Registe o número indicado em cada diapasão. Coloque o diapasão a vibrar próximo do microfone e seleccione **Start** para começar a recolha de dados.



4 – Preencha o quadro seguinte e determine o período e a frequência do sinal harmónico obtido (função sinusoidal). Repita o procedimento para os outros sinais.

Nº do diapasão	Tempo na primeira crista $t_1(s)$	Tempo na segunda crista $t_2(s)$	Período $T$ (s)	Frequência $f$ (Hz)

5 – Considere a velocidade do som, no ar,  $340 \text{ ms}^{-1}$ .

5.1 – Calcule o comprimento da onda sonora, de cada diapásão, e preencha o quadro seguinte.

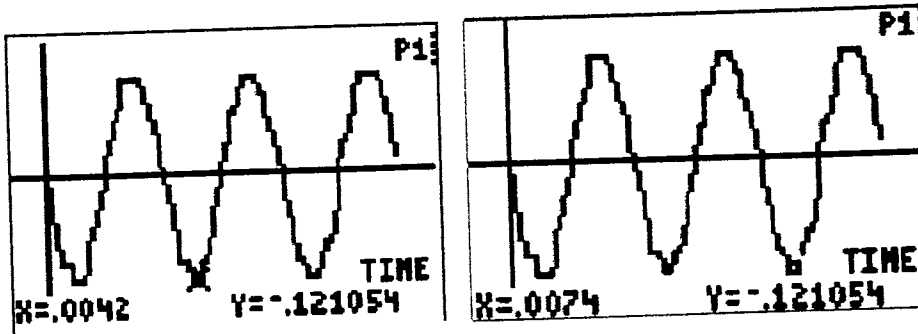
Nº diapásão	Frequência (Hz)	Comprimento de onda $\lambda$ (m)

5.2 – Qual é a relação entre a frequência e o comprimento da onda sonora?

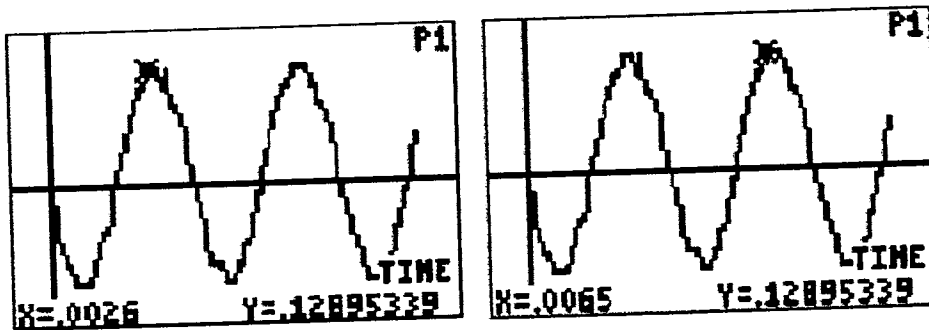
6 – Determine o período e a frequência das seguintes notas encontradas nos ficheiros do jardineiro e associe à respectiva nota musical.

Nota	Dó	Ré	Mi	Fá	Sol	Lá	Si	Dó (oitava acima)
$f$ (Hz)	256	288	320	341	384	427	480	512

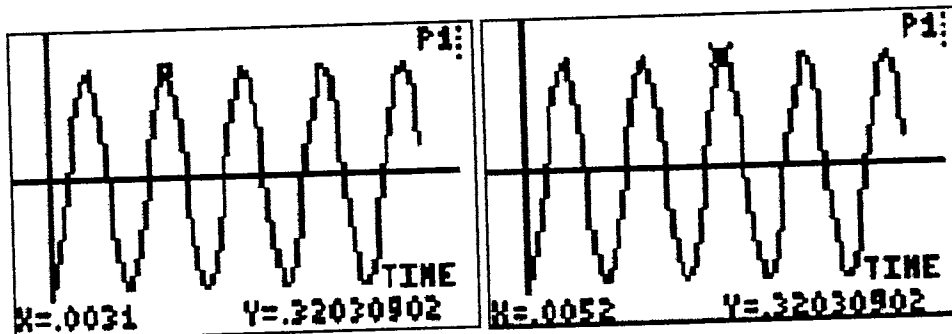
Primeira nota: Período \_\_\_\_\_ Frequência \_\_\_\_\_ Nota musical \_\_\_\_\_



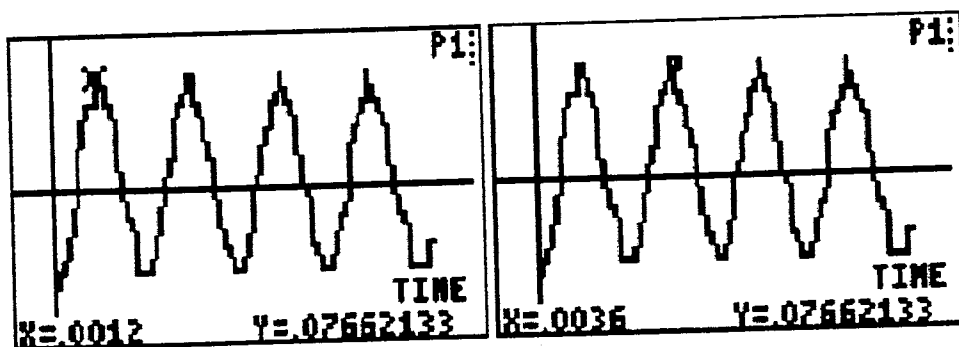
Segunda nota: Período \_\_\_\_\_ Frequência \_\_\_\_\_ Nota musical \_\_\_\_\_



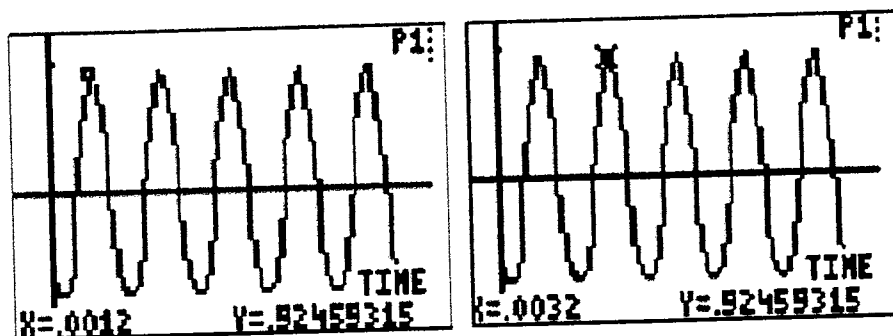
Terceira nota: Período \_\_\_\_\_ Frequência \_\_\_\_\_ Nota musical \_\_\_\_\_



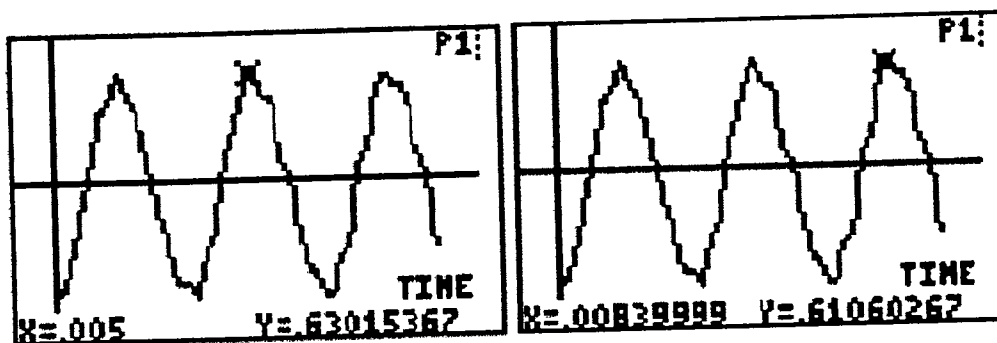
Quarta nota: Período \_\_\_\_\_ Freqüência \_\_\_\_\_ Nota musical \_\_\_\_\_



Quinta nota: Período \_\_\_\_\_ Freqüência \_\_\_\_\_ Nota musical \_\_\_\_\_



Sexta nota: Período \_\_\_\_\_ Freqüência \_\_\_\_\_ Nota musical \_\_\_\_\_



7 – Peça ao professor a combinação musical, indicada pela polícia, que abre o cofre e compare com a sequência das notas, encontradas nos ficheiros do jardineiro. O jardineiro gravou ou não a combinação do cofre? Justifique.

(adaptado de Texas Instruments®)



### Para o professor

Para que os alunos obtenham resultados diferentes utilizam-se etiquetas para numerar os diapasões. O professor elabora a sua distribuição em função dos diapasões disponíveis no laboratório.

### Proposta de numeração dos diapasões e distribuição pelos grupos de alunos

Nota	Frequência (Hz)	Grupo	Grupo	Grupo	Grupo	Grupo	Grupo	Grupo
		A	B	C	D	E	F	G
Dó	256	1	2	6	5	4	3	1
Ré	288	2	4	5	3	6	1	6
Mi	320	3	6	4	2	5	6	2
Lá	427	4	1	3	1	2	4	5
Si	480	5	3	2	4	3	5	3
Dó (oitava acima)	512	6	5	1	6	1	2	4

### Frequências das notas musicais

Nota	Dó	Ré	Mi	Fá	Sol	Lá	Si	Dó (oitava acima)
$f$ (Hz)	256	288	320	341	384	427	480	512

Exemplo de resultados obtidos para a questão 4

Nº do diapasão	Tempo na primeira crista $t_1$ (s)	Tempo na segunda crista $t_2$ (s)	Período $T$ (s)	Frequência $f$ (Hz)
1	0,003	0,0069	0,0039	256
2	0,0033	0,0066	0,0033	303
3	0,0025	0,0057	0,0032	313
4	0,0015	0,0038	0,0023	435
5	0,0016	0,0037	0,0021	476
6	0,0015	0,0035	0,0020	500

Resultados esperados para a questão 5

Frequência (Hz)	Comprimento de onda $\lambda$ (m)
256	1,3
288	1,2
320	1,1
427	0,80
480	0,71
512	0,66

### Resultados esperados para a questão 6

Primeira nota: Período: 0,0032 s    Frequência: 312 Hz    Nota musical: Mi

Segunda nota: Período: 0,0039 s    Frequência: 256 Hz    Nota musical: Dó

Terceira nota: Período: 0,0021 s    Frequência: 476 Hz    Nota musical: Si

Quarta nota: Período: 0,0024 s    Frequência: 417 Hz    Nota musical: Lá

Quinta nota: Período: 0,0020 s    Frequência: 500 Hz    Nota musical: Dó (oitava acima)

Sexta nota: Período: 0,0034 s    Frequência: 294 Hz    Nota musical: Ré

### Questão 7

Combinação musical que abre o cofre (indicada pela polícia):

Mi, Dó, Si, Lá, Dó (oitava acima), Ré

A combinação deve ser entregue, num envelope fechado, a cada grupo.

Propostas de combinação musical que abre o cofre, para cada grupo:

Grupo	Combinação
A	Mi, Dó, Si, Ré, Fá, Sol
B	Ré, Fá, Sol, Lá, Dó (oitava acima), Ré
C	Dó, Si, Lá, Ré, Fá, Sol
D	Mi, Dó, Si, Lá, Dó (oitava acima), Ré
E	Mi, Dó, Si, Lá, Dó, Sol
F	Mi, Dó, Si, Lá, Dó (oitava acima), Fá
G	Mi, Dó, Si, Lá, Dó (oitava acima), Ré

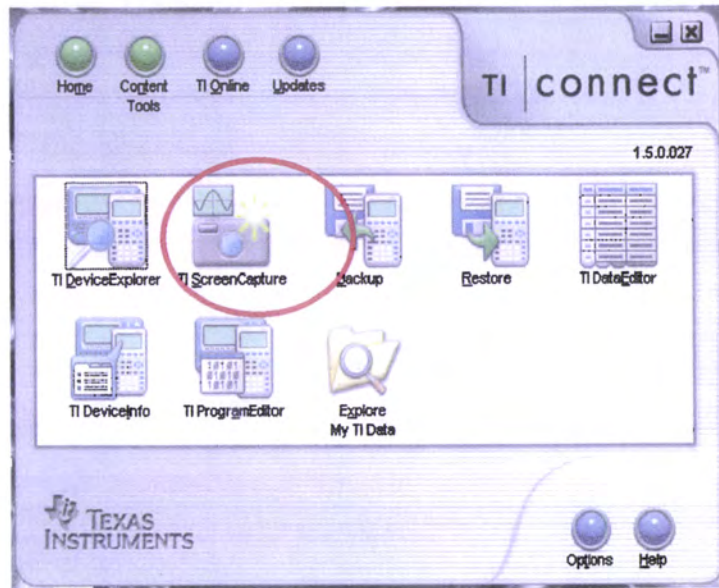
Sequência de notas encontrada no computador do jardineiro: Mi, Dó, Si, Lá, Dó (oitava acima), Ré.

As respostas obtidas, acerca da culpa do jardineiro, vão depender da combinação entregue ao grupo de alunos.

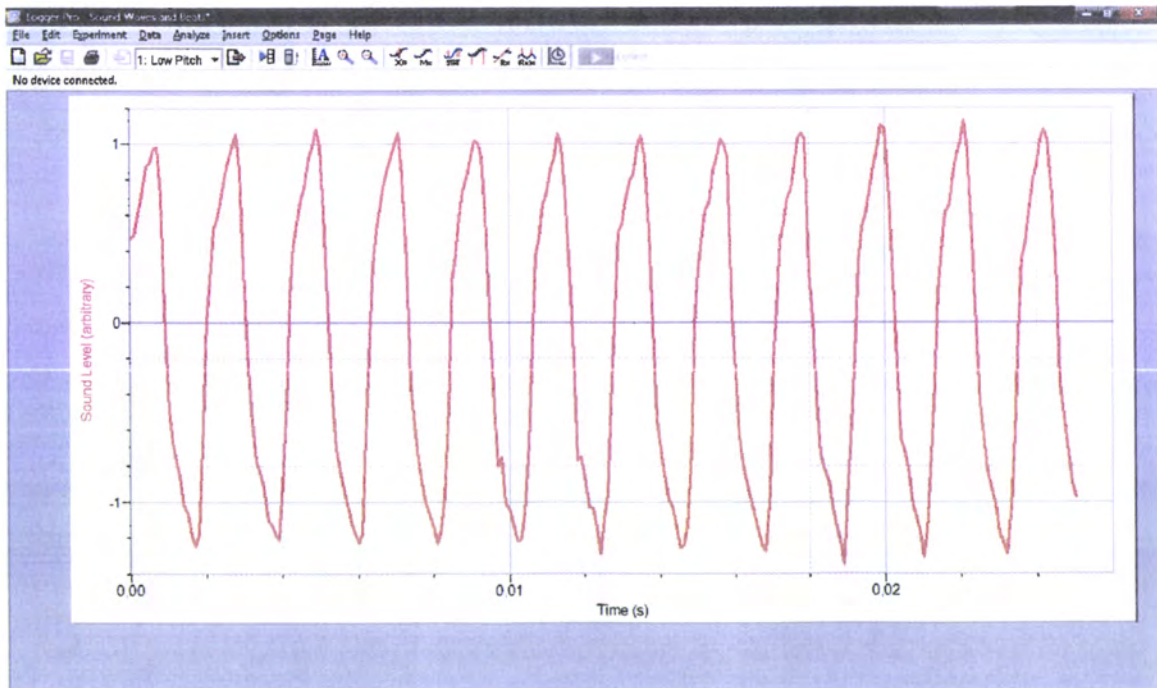
Caso não disponha de diapasões pode realizar adaptar esta actividade usando as notas produzidas, na marcação de números, pelo telemóvel.

Na marcação de cada número, e utilizando o sensor (microfone), CBL e calculadora gráfica, obtenha a respectiva onda.

A captura do ecrã é feita com o *software TI Connect* que acompanha a calculadora gráfica e que deverá estar instalado no computador.



Outra opção é utilizar o computador e o software *LoggerPro*.



(adaptado de Texas Instruments©)




## FÍSICA e QUÍMICA A

### Actividade Laboratorial Proibido despejar lixo

Nome \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

#### Relatório da Polícia

No passado sábado, de manhã, dois adolescentes residentes na Murgeira, contactaram a Polícia porque assistiram ao despejo de lixo na mata, transportado numa carrinha azul escura, de caixa aberta. Os rapazes não conseguiram ver a matrícula mas reconheceram a marca e modelo.

Os rapazes viram na carrinha bidões com o seguinte símbolo: . Portanto existe a probabilidade do lixo despejado ser tóxico.

A Polícia identificou quatro suspeitos que conduziam carrinhas daquela cor e modelo. Todos negaram ter estado na Murgeira nas últimas semanas.

Embora tenham sido recolhidos rastros de pneus, no local, os padrões não estavam definidos o que inviabilizou a identificação. Também não foi encontrado nenhum resíduo tóxico nas carrinhas. Foram recolhidas amostras de solo, para análise, na parte inferior dos pára-choques das quatro carrinhas.

Neste momento a Polícia suspeita de uma rede de crime organizado que realiza despejos de resíduos tóxicos, provenientes de laboratórios ilegais.



Como podemos, a partir das amostras de solo identificar a carrinha que fez o despejo de lixo na mata?





DISCIPLINA: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Grelha de Observação de Actividade Laboratorial (Experimental<sup>1</sup> ou Prática<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_

N.º	Nome	Competências do tipo conceptual				Competências do tipo processual			Competências do tipo social, atitudinal e axiológico		T	
		Planifica uma experiência (1)	Interpreta o processo de trabalho (2)	Interpreta os resultados obtidos	Formula hipóteses/ faz previsões	Mãnipula material de laboratório/ aparelhos de medida	Executa técnicas de laboratório	Recolhe e regista observações/dados	Discute com os colegas a evolução do trabalho	Obedece às Regras de Segurança		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												

Níveis de competências: 4 (+) a 1 (-)

(adaptado de Galvão, C. et al. *Avaliação de competências em ciências*)



Níveis de competências na Actividade Laboratorial (Prática ou Experimental)

Critério	4	3	2	1
Planificação da actividade	Plano de investigação claro, conciso, completo. Capaz de discutir o plano experimental criticamente. Sabe seleccionar o material adequado.	Plano bem apresentado, mas a necessitar de reformulações. Compreende a formulação geral do problema, mas não discute criticamente.	Plano pouco eficaz, a necessitar de grande reformulação. Não considera variáveis importantes e não sabe adequar o material à actividade.	Não tem grande ideia de como resolver o problema. Necessita de grande ajuda. Não conhece grande parte do material que tem de utilizar.
Interpretação do protocolo	Constroi uma montagem laboratorial a partir de um esquema ou de uma descrição, utilizando todos os procedimentos adequados.	Apresenta algumas falhas na montagem a realizar, bem como no procedimento.	Necessita de orientação para todas as etapas do procedimento, bem como para a selecção do material.	Mesmo com ajuda não consegue realizar a todos os passos da actividade com sucesso.
Interpreta os resultados obtidos	Interpreta os dados estabelecendo relações e faz generalizações dentro dos limites aceitáveis.	Apresenta conclusões, mas não compreende os limites e os constrangimentos da generalização	Apenas consegue estabelecer relações específicas a partir dos dados.	É incapaz de ir além dos dados recolhidos.
Formula hipóteses/ faz previsões	Relaciona as conclusões com outros modelos e temas. Sugere aplicações apropriadas e propõe outras investigações.	Relaciona as conclusões com outros modelos e temas. Sugere aplicações apenas a áreas relacionadas.	Só é capaz de relacionar as conclusões com outros assuntos e áreas quando questionado especificamente.	É incapaz de qualquer aplicação, estender a investigação ou relacionar com outras situações. Precisa de grande orientação.
Manipulação do material de laboratório/aparelhos de medida	Faz observações e medições de forma consistente, com correcção de precisão e unidade. Utiliza correctamente os instrumentos necessários.	Observações e medições correctas, mas com alguma dificuldade em utilizar os instrumentos, precisando de orientação.	É capaz de observar e de medir apenas quando tem orientação explícita para o que deve fazer.	Não faz observações e medições de forma correcta mesmo quando recebe orientações.
Executa técnicas de laboratório	Executa com correcção as técnicas de laboratório previamente ilustradas ou demonstradas.	Apresenta alguma dificuldade nas técnicas que exigem uma motricidade fina mais apurada.	Apenas executa com correcção técnicas simples.	Revela total desconhecimento do modo de executar as técnicas de laboratório
Recolhe e regista observações / dados	Recolhe, regista e organiza dados de observações de fontes diversas, na altura adequada. Exprime um resultado com um n.º de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência e afectado da respectiva incerteza absoluta.	Recolhe e regista dados das observações. Necessita de orientação para exprimir o resultado com o n.º de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência.	Tem dificuldade em organizar os dados recolhidos. Utiliza indiscriminadamente diferente n.º de algarismos significativos.	Não se preocupa em realizar registos
Obedece às Regras de Segurança	Manipula com correcção e respeito por normas de segurança, material e equipamento.	Manipula com correcção mas necessita de alguma orientação.	Apresenta falhas que podem por em risco a sua segurança e a dos colegas.	Não respeita o laboratório nem a utilização adequada do material e reagentes.
Discute com os colegas a evolução do trabalho	Discute os limites de validade dos resultados obtidos respeitantes ao observador, aos instrumentos e à técnica usada.	Discute com os colegas, mas apresenta dificuldade na argumentação.	Não respeita a opinião dos outros no decorrer do trabalho.	Não faz qualquer tentativa de análise em grupo.

(adaptado de Galvão, C. et al. Avaliação de competências em ciências)

## **Anexo II**

Protocolos e textos de apoio das actividades realizadas no Clube da Ciência e nos “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra”

Folheto de divulgação das actividades CSI – Mafra, no âmbito do Clube da Ciência





## CLASSIFICAÇÃO DAS IMPRESSÕES DIGITAIS

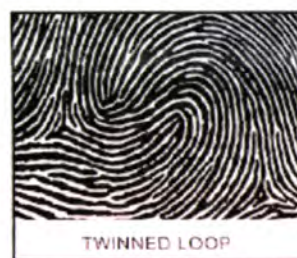
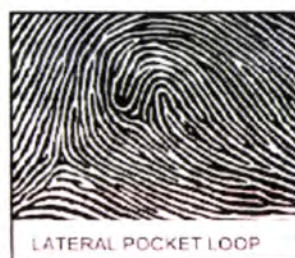
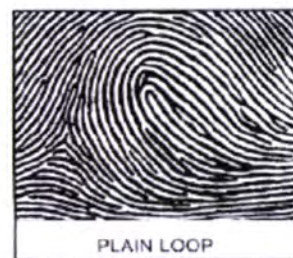


Clube da Ciência

As impressões digitais podem ser divididas em três formações básicas, que são os laços ou alças (*loops*), os arcos (*arches*) e os remoinhos ou espiral (*whorls*). Os laços ou alças, são linhas que entram e saem do mesmo lado da impressão digital, invertendo assim o seu percurso a meio do dedo. Cerca de 60% dos padrões das impressões digitais são laços, 35% são remoinhos e 5% são arcos.

Os arcos são linhas que começam num lado da impressão, sobem em forma de colina e terminam no outro lado. Os remoinhos ou espiral são linhas circulares que não entram nem saem de qualquer lado da impressão digital, formando várias imagens circulares.

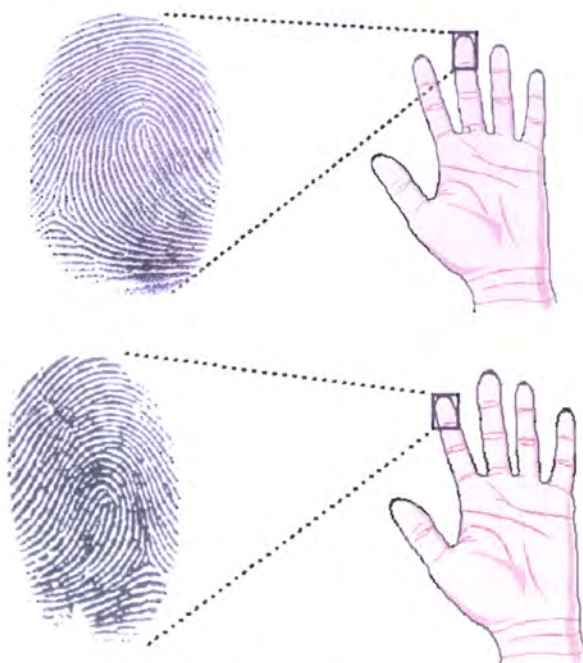
### Tipos de Impressões Digitais



Padrões básicos das impressões digitais (Fonte: *Criminal Research Products, LLC*)



O *plain arch* é o mais simples de todos os padrões de impressões digitais. O *tented arch* é muito similar, mas forma uma onda mais acentuada. O nome provém da forma das tendas canadianas. Um *loop* tem de ter umas linhas a entrar e a sair pelo mesmo lado da impressão digital. Se abre em direcção ao dedo mindinho é chamado *ulnar loop*, se abre em direcção ao polegar é *radial loop*.



*Ulnar loop* (em cima) *radial loop* (em baixo)  
(Fonte: Staples High School Forensics)

Considera-se duplo *loop* qualquer impressão digital que contenha dois *loops*.

O *whorl* (remoinho) e o *central pocket loop*, têm, pelo menos, uma linha que faz o circuito completo, que pode ser encontrada na forma de espiral, oval ou outra qualquer variante de uma linha circular. Estes distinguem-se entre si traçando uma linha entre os dois deltas. Se a linha traçada toca nas linhas circulares, então é um *plain whorl*, caso contrário é um *central pocket loop*.

Qualquer outra impressão digital que contenha dois destes padrões (que não o *plain arch*, pois a coexistência deste com outro padrão é ignorada devido à sua simplicidade e ao facto de ser muito comum) é considerada acidental ou mista, não tendo, portanto, nenhuma característica específica.



**Explanation of Characteristics On Enlargement**

- |                  |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| 1 THE CORE       | 11 BIFURCATION   | 21 BIFURCATION   |
| 2 BIFURCATION    | 12 BIFURCATION   | 22 ABRUPT ENDING |
| 3 BIFURCATION    | 13 ABRUPT ENDING | 23 BIFURCATION   |
| 4 CICATRIX       | 14 ABRUPT ENDING | 24 BIFURCATION   |
| 5 ENCLOSURE      | 15 CICATRIX      | 25 ABRUPT ENDING |
| 6 RIGHT DELTA    | 16 BIFURCATION   | 26 ABRUPT ENDING |
| 7 BIFURCATION    | 17 BIFURCATION   | 27 ABRUPT ENDING |
| 8 BIFURCATION    | 18 LEFT DELTA    | 28 ABRUPT ENDING |
| 9 ABRUPT ENDING  | 19 ENCLOSURE     | 29 BIFURCATION   |
| 10 ABRUPT ENDING | 20 CICATRIX      |                  |

Detalhe de uma impressão digital, mostrando os pormenores (*minutiae*)  
 (Fonte: Criminal Research Products, LLC)





## Revelação de impressões digitais



Numa cena do crime é comum encontrarem-se impressões digitais (ID). No entanto, grande parte delas, são invisíveis a olho nu. Podem ser visíveis na cena do crime se a mão que as formou estava suja de sangue ou tinta.

Existem várias técnicas para tornar as ID visíveis. É importante saber escolher a técnica a utilizar pois, se algo correr mal, uma técnica pode não só ser ineficiente como também destruir uma ID.

### Técnica do pó

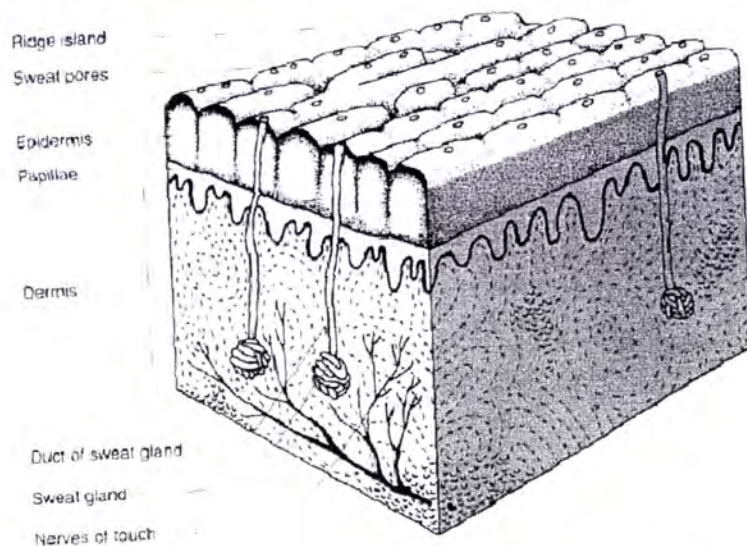
Esta técnica é usada quando as ID se localizam em superfícies que possibilitam o decalque da impressão, ou seja, superfícies lisas, não rugosas e não adsorventes (a adsorção é a fixação de moléculas de gases ou líquidos à superfície de outra substância).

A técnica do pó está baseada nas características físicas e químicas do pó, do tipo de instrumento aplicador (pincel) e, principalmente, no cuidado e habilidade de quem executa a actividade.



Ilustração da utilização da técnica do pó na revelação de ID,  
e pincéis (fibra de vidro e pêlo de camelo)  
(Fonte: Chemello, E. Química Virtual (2006) e Katz, D. *Fingerprinting* )

Quando a impressão digital é recente, a água é o principal composto no qual as partículas do pó aderem. À medida que o tempo passa, os compostos oleosos ou gordurosos são os mais importantes. Esta interacção entre os compostos da impressão e o pó é de carácter eléctrico, tipicamente forças de Van der Waals e ligações de hidrogénio.



Corte transversal da pele mostrando os sulcos das impressões digitais e os poros.  
(Fonte: Saferstein. *Criminalistics*. Prentice Hall, 1995)

### Técnica do pó

#### Procedimento

- 1 – Passe o dedo indicador pela testa (de modo a ficar com mais “gordura”).
- 2 – Pressione o dedo no azulejo de modo a deixar uma impressão digital (ID).
- 3 – Coloque o pincel no pó preto (carvão activado) e sacuda-o de modo a retirar o excesso.
- 4 – Pincele, **suavemente**, o local onde está a ID.
- 5 – Coloque um pedaço de fita-cola sobre a ID e depois cole-o num pedaço de papel branco. Acabou de revelar a sua impressão digital!

### Técnica do vapor de iodo

Os vapores de iodo reagem com as gorduras revelando a impressão digital.

O inconveniente da revelação com vapores de iodo é que estas impressões reveladas são transitórias (o iodo sublima para a atmosfera), razão pela qual devem ser utilizados fixadores de iodo.



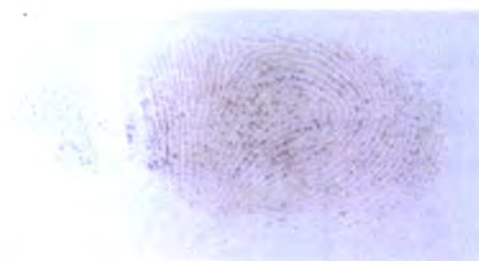
## Procedimento

**Atenção:** O iodo é tóxico por inalação e contacto com a pele.

Use luvas e trabalhe na *hotte*.

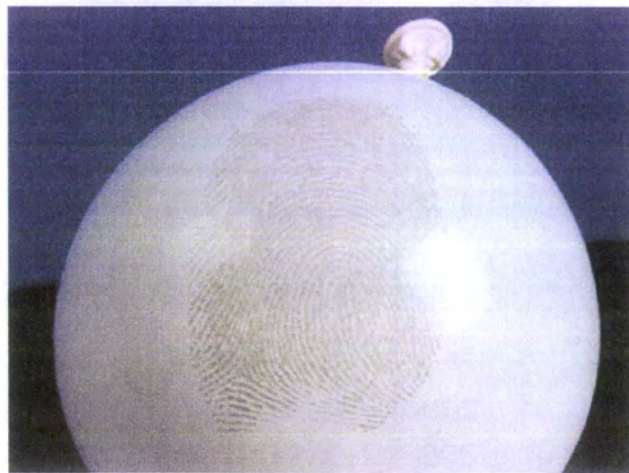
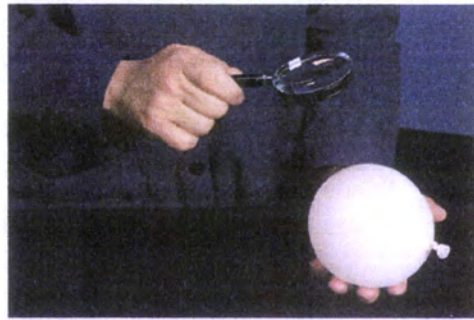
Não se esqueça do frasco que contém o iodo, aberto!

- 1 – Passe o dedo indicador pela testa (de modo a ficar com mais “gordura”).
- 2 – Pressione o dedo no papel de modo a deixar uma impressão digital (ID).
- 3 – Coloque o papel na caixa de Petri e ao lado, com a ajuda de uma pinça, um **pequeno** pedaço de iodo .
- 4 – Tape a caixa de Petri e aguarde.
- 5 – Após alguns minutos a impressão digital é revelada surgindo com uma cor acastanhada. Mais uma vez acabou de revelar a sua impressão digital!



(Fonte: [www.evidentcrimescene.com](http://www.evidentcrimescene.com))

## Identifique as suas impressões digitais



(Fonte: *Museum of Science and Industry, Chicago*)  
<http://www.msichicago.org/online-science/activities/>

## Separação de tinta de marcador por cromatografia em papel

### Material

Câmara cromatográfica  
Lápis e régua  
Papel de cromatografia

### Reagentes

Eluente - Álcool etílico  
(ou álcool isopropílico para canetas *roller-ball*)  
Marcadores (canetas de feltro)

Fig. 1

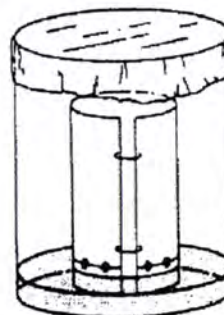
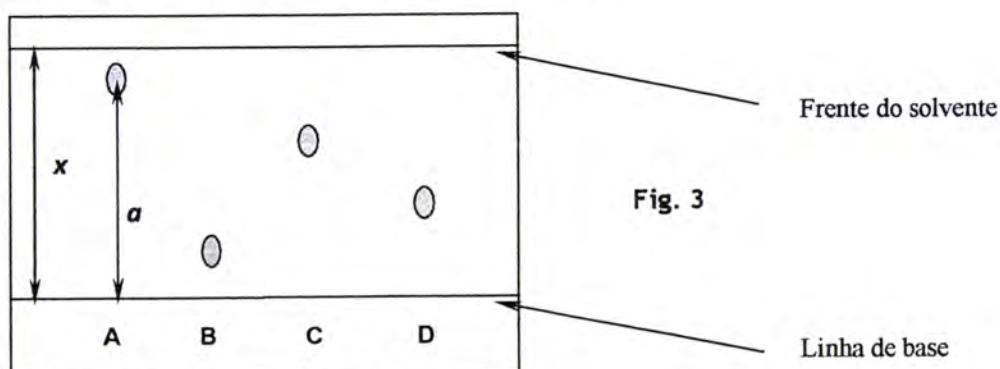


Fig. 2

Câmara cromatográfica  
(Katz, D. *Ink Analysis*)

### Procedimento experimental:

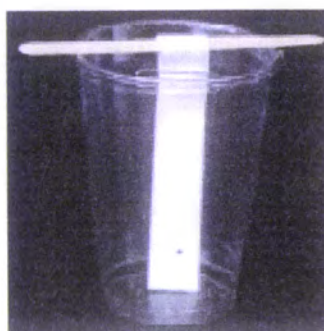
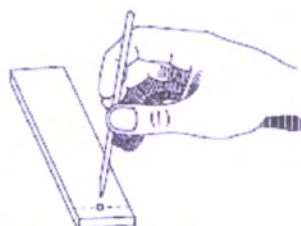
- 1 – Aplicar amostras de tinta de marcador no papel de cromatografia conforme a Fig. 1 .
- 2 – Colocar álcool etílico na câmara cromatográfica.
- 3 – Introduzir o papel de cromatografia na câmara conforme a Fig.2.
- 4 – Aguardar o tempo necessário ao desenvolvimento, retirar o cromatograma e assinalar a frente do solvente.
- 5 – Escolher uma mancha e determinar o  $R_f$  , conforme a Fig.3.



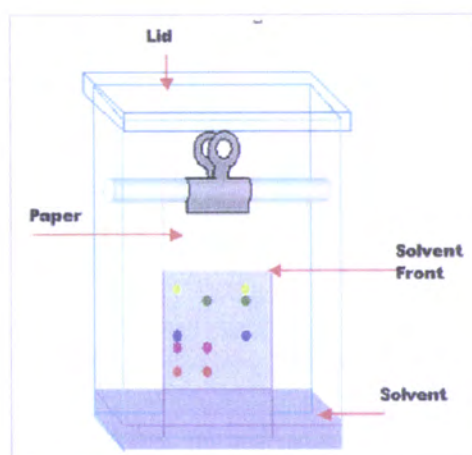
$$R_f = \frac{a}{x}$$

$a$  – distância desde o ponto de aplicação (linha de base) da amostra até ao centro da mancha.

Pode repetir esta actividade, em casa, usando o papel dos filtros de café.



(Katz, D. *Ink Analysis*)

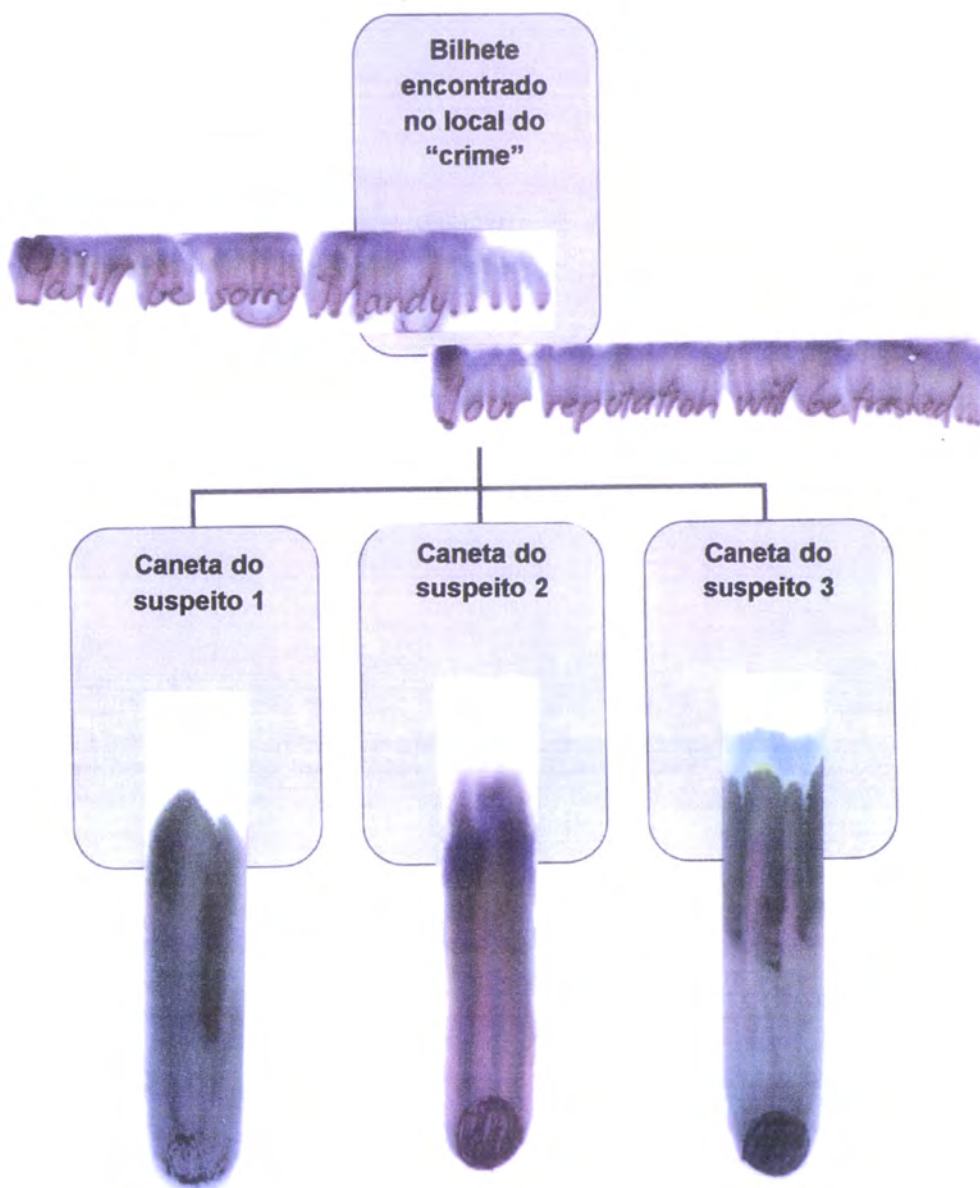


Câmara cromatográfica



Cromatograma de tinta de marcador preto  
(Fonte: *Wikipedia*)





### Identificação da tinta de um bilhete

(adaptado de <http://www.youthlinkcalgary.com>)

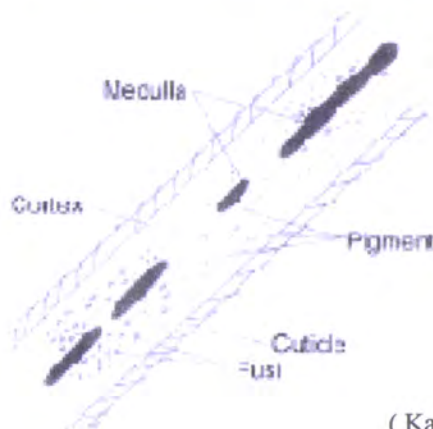
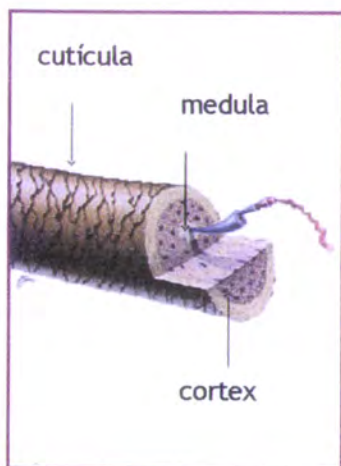
A cromatografia pode permitir a identificação da tinta encontrada, por exemplo, em bilhetes no local do crime, ou descobrir falsificações.

Como a maior parte das tintas são mistura de pigmentos, é possível identificá-las através do  $R_f$ , mas esta primeira identificação não é determinante e existem técnicas de análise laboratorial mais específicas que permitem resultados conclusivos, que podem ser apresentados em tribunal.



## “CABELOS e PÊLOS”

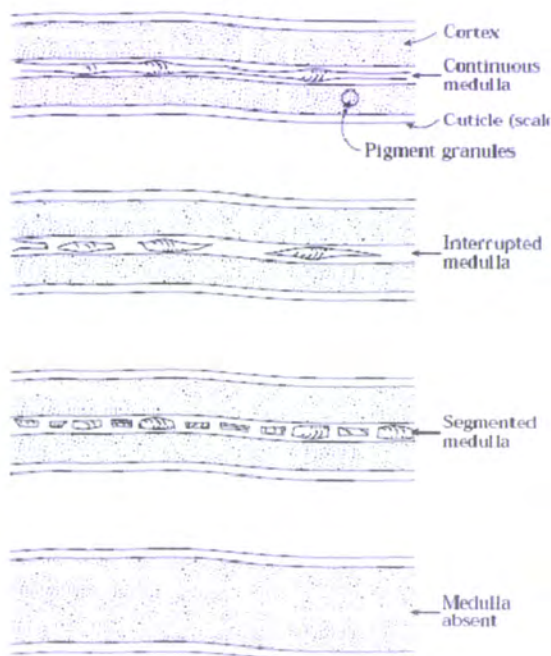
O cabelo é uma das evidências mais comuns em casos de homicídio e violações. O cabelo de determinada parte do corpo tem características particulares como a cor, comprimento e diâmetro. As estruturas do cabelo que são facilmente vistas ao microscópio são a medula e o córtex. Só em microscópios com grande poder de amplificação se consegue ver a cutícula.



(Katz, D. *Hair and Fibers*)

Numa cena de crime podem estar presentes pêlos de animais, e a sua identificação é fácil pois a sua estrutura é diferente da dos pêlos humanos.

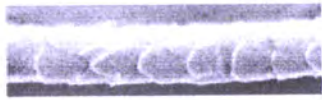
### Tipos de estruturas de cabelo e pêlo



(Fonte: Katz, D. *Hair and Fibers*)



### Tipos de cutículas



*Coronal* (rato)



*Imbricate* (humano)

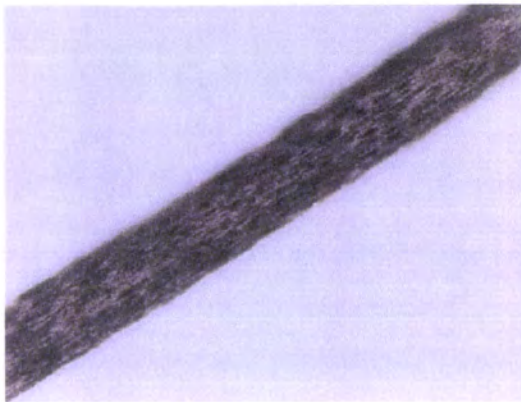


*Spinous* (gato)

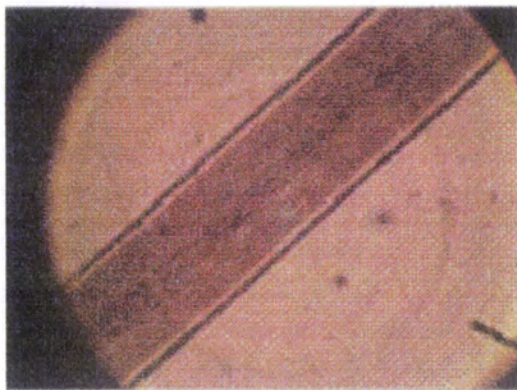
(Fonte: Katz, D. *Hair and Fibers*)



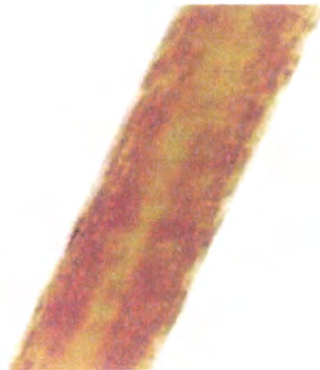
Raiz de cabelo humano



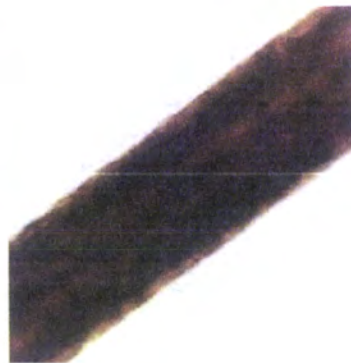
Humano africano



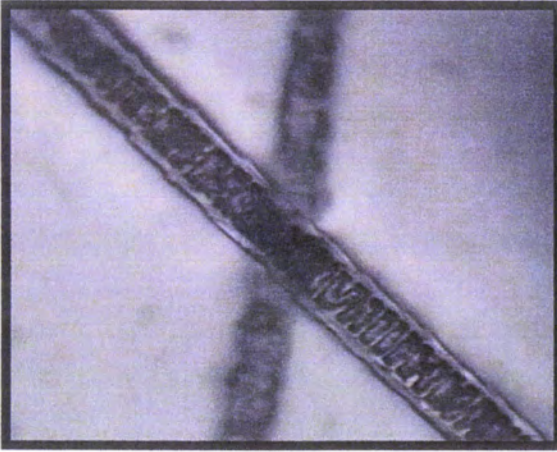
Humano caucasiano



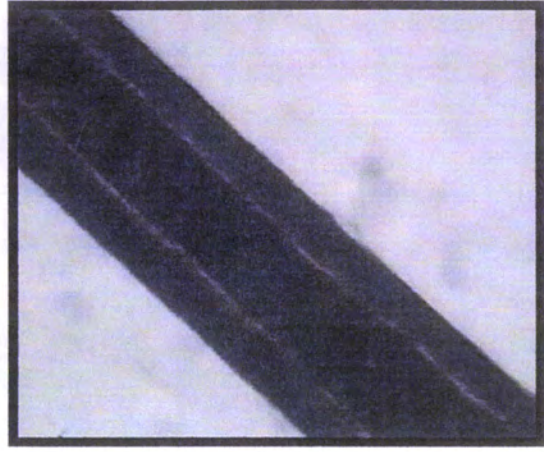
Humano asiático



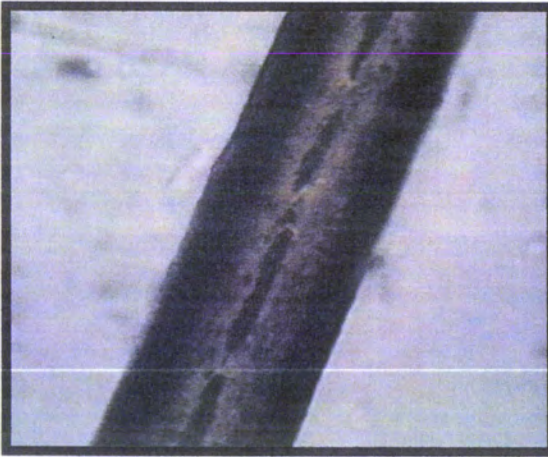
(Fonte: <http://www.lakesideschool.org/>)



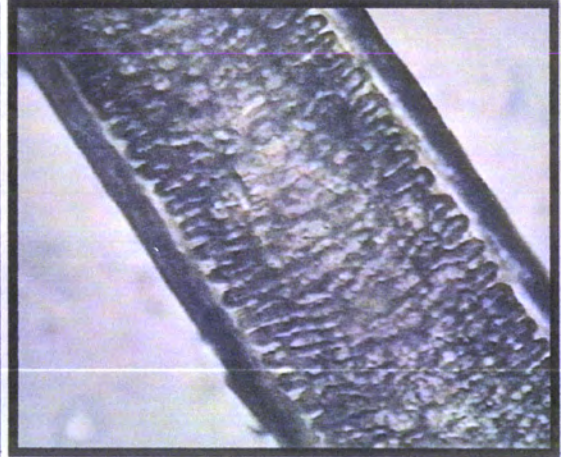
GATO



CÃO



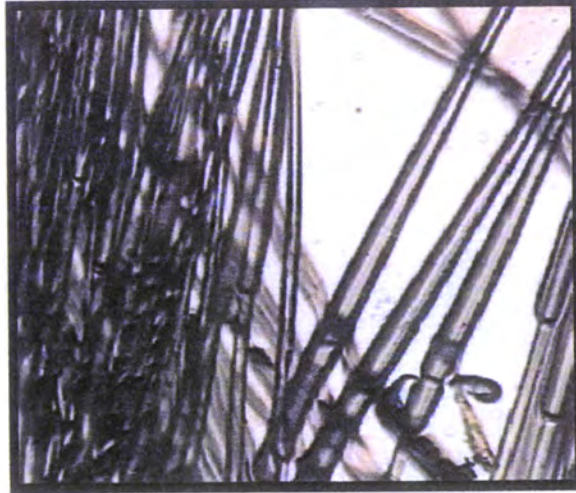
HUMANO



RATO



## FIBRAS



NYLON



ALGODÃO

(Fonte: Trimpe, T. (2007) <http://sciencespot.net>)

## EXTRAIR ADN



Clube da Ciência

Nesta actividade recolhemos células do interior da boca, vamos quebrar as membranas, celular e nuclear, e extrair o nosso ADN. O ADN é insolúvel em álcool etílico e a solução de cloreto de sódio ajuda na sua precipitação.

### Material e reagentes

Solução de cloreto de sódio a 0,9% (m/V)  
Álcool etílico, a 95%, arrefecido  
Copo de plástico  
Tubo de ensaio com rolha  
Pipetas de plástico  
Vareta de vidro  
Copo de precipitação de 50 mL  
Suporte de tubos de ensaio



### Procedimento

1 – Coloque na sua boca cerca de 5 mL de solução de cloreto de sódio. Bocheche durante 30 segundos (não engula!).  
2 – Cuspa a água para um copo de plástico e transfira para um tubo de ensaio.

3 – Junte cerca de 5 mL (pipeta de plástico) de detergente diluído a 25%, e coloque uma rolha.

4 – Agite, suavemente, durante 2 a 3 minutos (ver figura).

O detergente rompe a membrana celular e dissolve o ADN na solução do detergente. O ADN é uma molécula longa e uma agitação mais vigorosa pode parti-la.

5 – Abra o tubo, incline-o e adicione, cuidadosamente, cerca de 5 mL (pipeta de plástico) de álcool etílico a 95%, arrefecido. O álcool fica numa camada sobrenadante à solução do detergente.

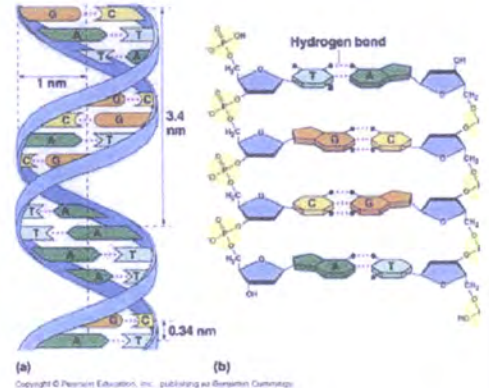
6 – Deixe repousar, no suporte, durante um minuto.

7 – Coloque no tubo uma vareta de vidro e rode-a, devagar, de modo a que enrole o ADN à sua volta (ou utilize uma pinça).

8 – Retire a vareta e coloque-a num copo de precipitação, com álcool etílico. O ADN é insolúvel em álcool e a sua aparência é de fios compridos.

**Nota:** este protocolo pode ser aplicado à extração de ADN de frutos (kiwi, morangos ou banana)

### Estrutura do ADN





## UMA PISTA BRILHANTE

(adaptado de *Os Detectives Químicos*)



Clube da Ciência

Esta sala está sob investigação criminal. Há suspeita de que uma pessoa possa ter sido agredida neste local.

À primeira vista, não há nenhum indício de que alguém possa ter sido agredido aqui. É claro que o agressor teria o cuidado de limpar todos os vestígios de sangue, bastando para isso utilizar um detergente convencional. E, aparentemente, fez um bom trabalho porque não deixou nem uma pequena gota para contar a história.

Será que este criminoso conseguiu mesmo eliminar todas as pistas e vai escapar impune?

Na realidade, por mais esforçado que ele tenha sido a limpar o sangue da vítima ou seu próprio, ficam sempre pequenos vestígios que, não sendo visíveis a olho nu, podem ser revelados utilizando compostos químicos apropriados.

Os investigadores preparam uma solução de luminol com um agente oxidante e borrifam na presumível zona do crime. Esta solução permite revelar vestígios de sangue passados até seis anos com uma sensibilidade de 1:1 bilião. Isto significa que o luminol é capaz de revelar uma partícula de sangue dispersa entre 999 milhões de outras partículas, como a água. Vamos então preparar a solução de luminol.

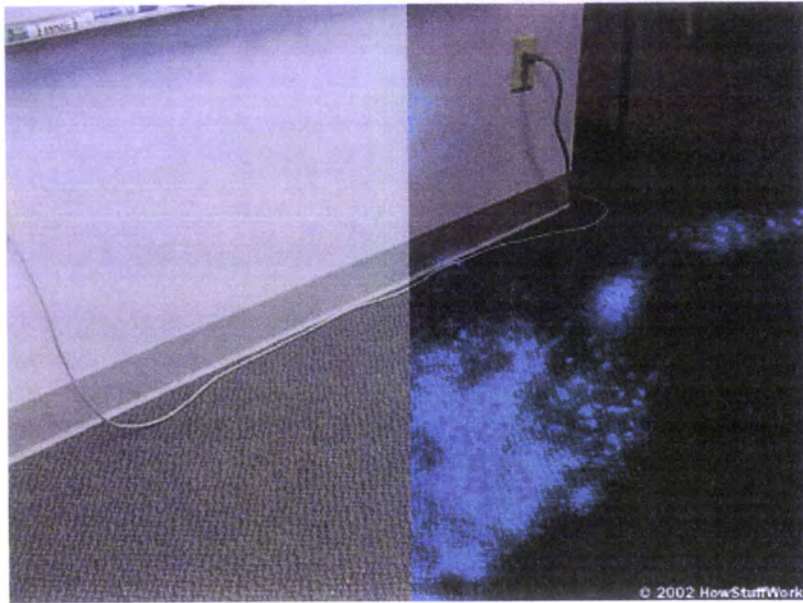
É composta por:

- 250 ml de água;
- 0,3 g de luminol
- 15 g de KOH (ou NaOH ou  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  e a solução deve ter pH ~11)

Num dispersor, misturamos igual volume da solução anterior e peróxido de hidrogénio 3%, o tal agente oxidante. Está pronto a usar!

Borrifamos um pouco da mistura no local do crime e baixamos as luzes da sala. As manchas de sangue brilham com uma luz azulada durante cerca de 30 s e, numa investigação real, a imagem seria registada fotograficamente (uma luz ultravioleta para aumenta o efeito).





Um exemplo de uma cena de crime com e sem luminol  
(Fonte: *HowStuffWorks*)

Literalmente, podemos dizer que se fez luz nesta nossa investigação.

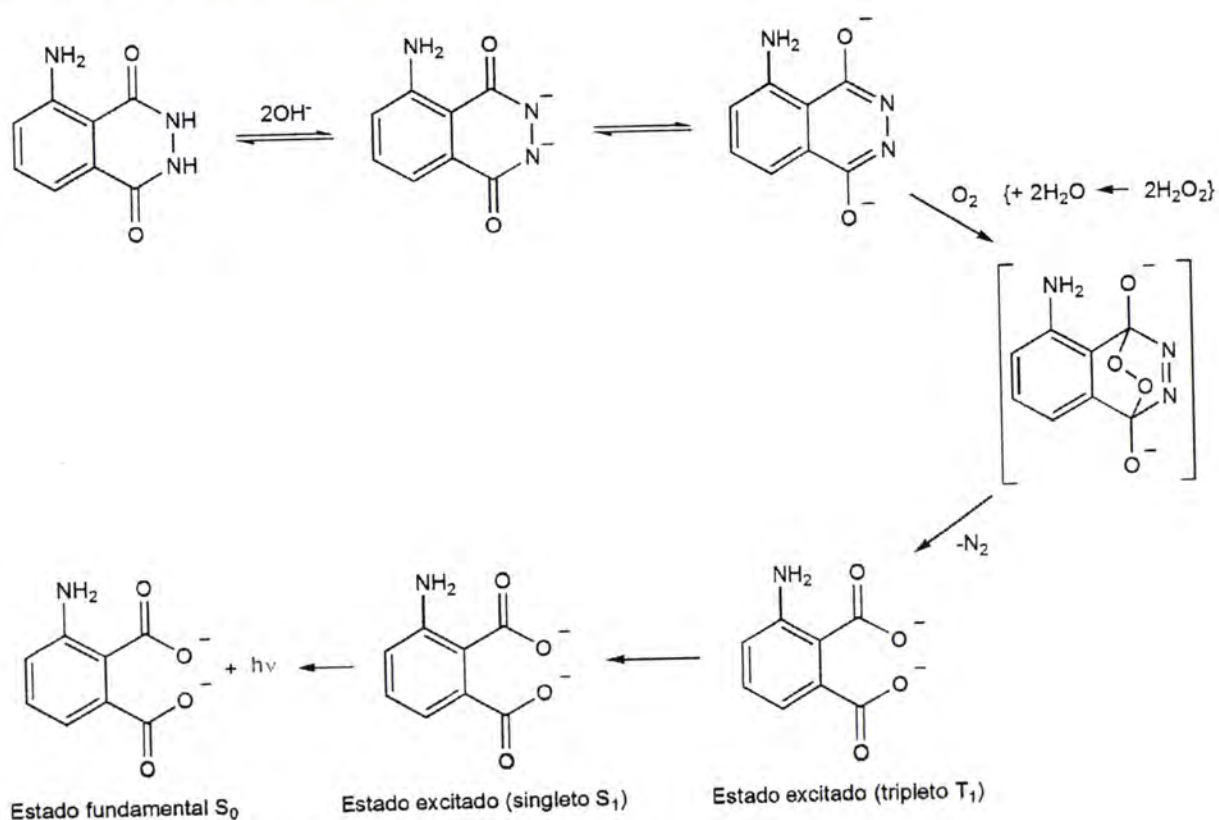
O criminoso desconhecia a reacção quimioluminescente do luminol com peróxido de oxigénio.

(adaptado de *Os Detectives Químicos* - Leonel Silva, Raquel Dias e Palmira F. Silva)

## LUMINOL

O luminol ou 5-amino-2,3-di-hidro-1,4-ftalazinadiona, foi descoberto em 1928 na Alemanha por um químico chamado Albrecht e começou a ser utilizado na investigação criminal em 1937. O luminol com peróxido de oxigénio origina uma reacção quimioluminescente.

Quimioluminescência refere-se à emissão de luz resultante de uma reacção química em que há reduzida libertação de energia térmica. Os produtos da reacção são substâncias no estado electrónico excitado, que, ao passar para o estado fundamental, emitem um fóton. No fundo, é o inverso de uma reacção fotoquímica.

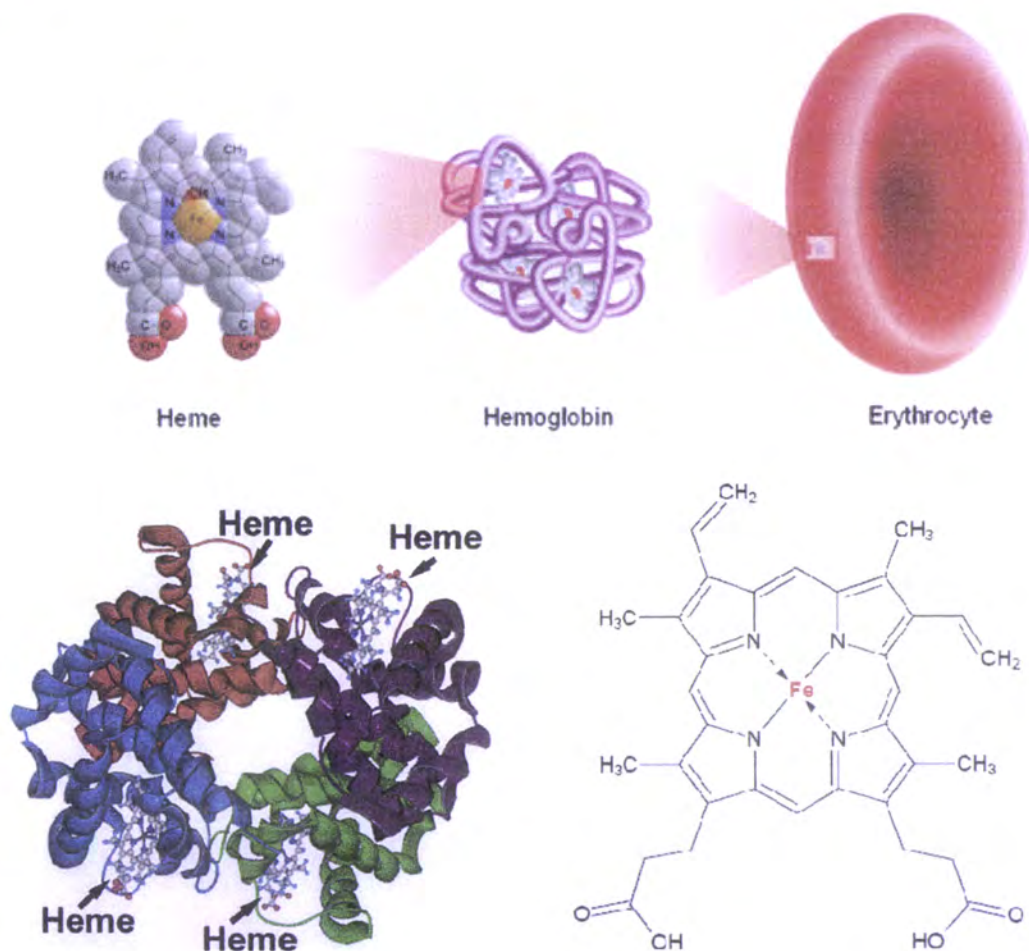


Reacção do luminol (Fonte: Olimpíadas da Química 2008)

Em solução básica, o luminol existe na forma de mono-aniões e di-aniões, que reagem com o oxigénio resultante da degradação do peróxido de hidrogénio, originando um peróxido orgânico muito instável. Este decompõe-se imediatamente em azoto e ácido 3-aminoftálico num estado excitado.

Ao regressar ao estado fundamental, o ácido liberta um fotão, cujo comprimento de onda corresponde à luz azul.

A oxidação do luminol descrita anteriormente é catalisada por diversos iões metálicos, como o cobre(II) e ferro(III).



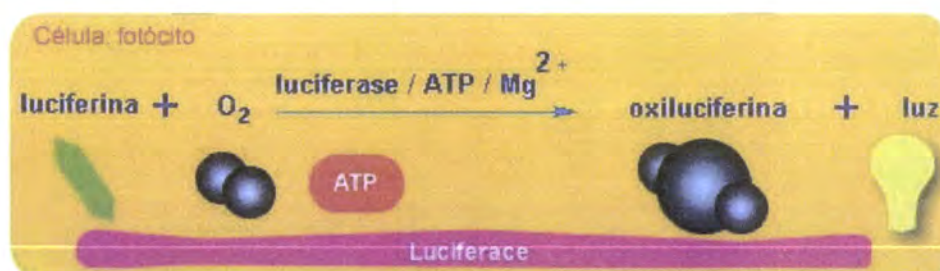
Representação da hemoglobina (esquerda) e do complexo heme (direita)  
(Fonte: *Sigma-Aldrich*)

Fora do organismo, o centro metálico dos grupos heme presentes na hemoglobina do sangue oxida-se de ferro(II) a ferro(III) e este último catalisa a oxidação do luminol pelo peróxido de hidrogénio e também o mecanismo de degradação do próprio peróxido. Como se trata de um catalisador, basta uma pequena quantidade de sangue para que a oxidação do luminol ocorra com libertação evidente de luz.



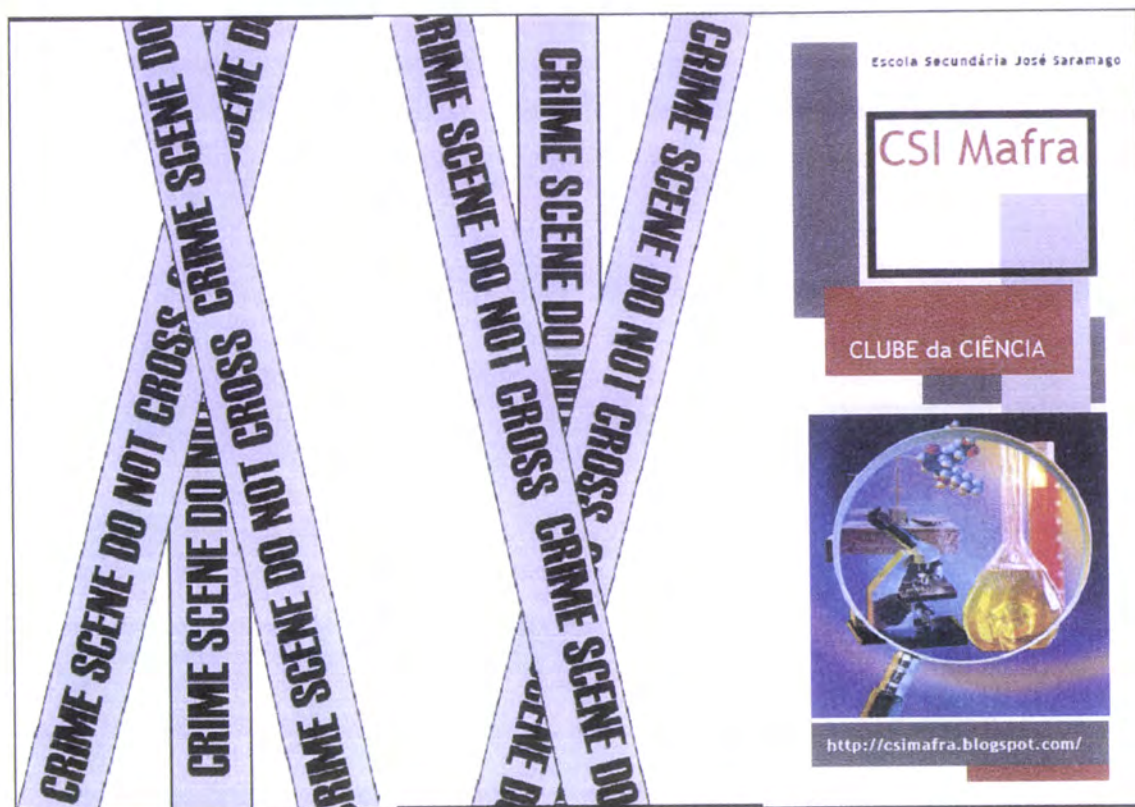
Apesar de muito útil na investigação criminal, o luminol apresenta, no entanto, algumas desvantagens. A principal é que há outras substâncias com as quais pode reagir, com libertação de luz. Se o criminoso em questão percebesse um pouco de química ou estivesse mais atento aos programas de ficção da TV, teria utilizado lixívia em vez de detergente para limpar o local. A lixívia é uma solução fortemente oxidante de hipoclorito de sódio (NaOCl) e faz o mesmo efeito que a água oxigenada, mas sem necessidade da presença de um catalisador como a hemoglobina.

Um fenómeno parecido é o caso da luz proveniente do pirilampo e de alguns peixes que vivem a grande profundidade. É designado por bioluminescência, e traduz a capacidade destes seres para emitir luz. A reacção que se dá no pirilampo pode ser esquematizada da seguinte forma:



Esquema da reacção que se dá no pirilampo  
(Fonte: NAEQ e *Wikipedia*)

Folheto de divulgação das actividades CSI – Mafra, no âmbito do Clube da Ciência



**CSI Mafra**




Quer ficar a conhecer melhor o que faz um CSI verdadeiro?

Quer saber como se analisa uma cena de crime?

Quer saber como se revelam impressões digitais?

Quer saber como se pode detectar vestígios de sangue?

Quer impressionar os amigos com novos conhecimentos?

Quer ficar a saber isto e muito mais?





Se a resposta às perguntas (pelo menos a metade delas) foi SIM, inscreva-se no Clube da Ciência e apareça, à quarta-feira das 14.30 h às 15.30 h.

Contacto: Prof. Rosa Pais  
<http://esimafra.blogspot.com/>

Clube da Ciência

**Anexo III**

CSI-Mafra – disciplina no *moodle* (III-a) e blogue (III-b)



### III – a

## Disciplina CSI – Mafra Moodle da Escola Secundária José Saramago

Disponível em: <http://esjs-mafra.net/moodle/course/view.php?id=169>

Escola Secundária José Saramago - Mafra - Windows - Internet Explorer

<http://esjs-mafra.net/moodle/>

Ficheiro Editar Ver Favoritos Ferramentas Ajuda

Google la secundaria jose saramago Search

Escola Secundária José Saramago - Mafra

promoção do seu sucesso e da qualidade educativa.

CSI - Mafra

Professor: Rosa Maria Pais

Aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e da Química.

Nome do responsável: Rosa Maria Pais - Email

FRA CSI M

Assumir o cargo de... Ativar modo

Lista de tópicos

Notícias

Questões sobre as Ciências Forenses

Dúvidas sobre as atividades realizadas

1 Blogue CSI Mafra

A QUÍMICA e a FÍSICA nas CIÊNCIAS FORENSES

2 *SlideShow* das Actividades realizadas

LABORATÓRIOS ABERTOS

CSE-MAFRA

17 de Março 2009



slide Envie um scrap para seu amigo Veja todas as imagens

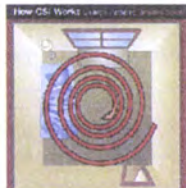
Adicionar um recurso Adicionar uma actividade

IF TV SCIENCE WAS MORE LIKE REAL SCIENCE



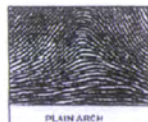
<http://www.phdcomics.com/comics/archive.php?comicid=1186>

4 *Cena do crime e recolha de vestígios*



Recolha de evidências na cena do crime

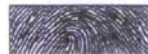
5 *Impressões digitais*



PLAIN ARCH

TENTED ARCH

PLAIN LOOP



Disciplina: CS - Mafrs

Adobe Reader - Protocolo - CLASSIFICAO DAS IMPRESSOES DIGITAIS.pdf

Arquivo Editar Visualizar Documento Ferramentas Janela Ajuda

91%

CLASSE DE ESCOLA

### CLASSIFICAÇÃO DAS IMPRESSÕES DIGITAIS

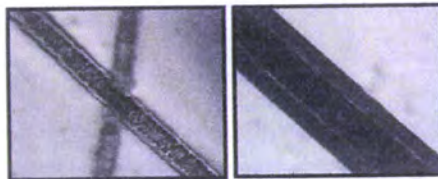
As impressões digitais podem ser divididas em três formações básicas, que são os laços ou alças (loops), os arcos (arches) e os remoinhos (whorls). Os laços ou alças, são linhas que entram e saem do mesmo lado da impressão digital. Invertendo assim o seu percurso a meio do dedo. Cerca de 60% dos padrões das impressões digitais são laços, 35% são remoinhos e 5% são arcos. Os arcos são linhas que começam num lado da impressão, sobem em forma de colina e terminam no outro lado. Os remoinhos são linhas circulares que não

Desafio das impressões digitais  
Técnicas de recolha e Classificação das impressões digitais

6. Pêlos e fibras

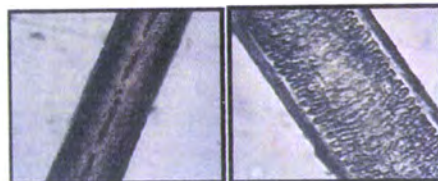
Disciplina: CS - Mafrs

6. Pêlos e fibras



GATO

CÃO



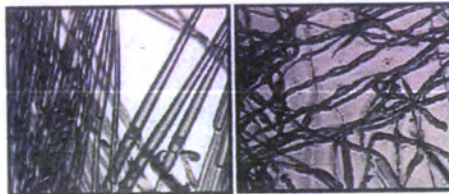
HUMANO

BATO



HUMANO

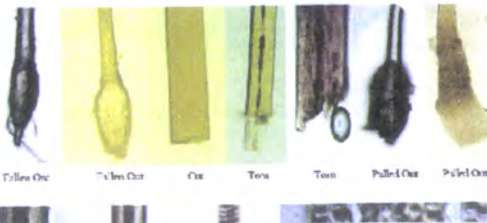
RATO



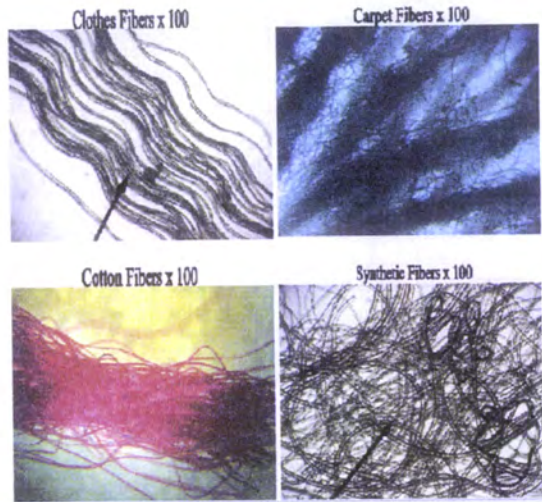
NYLON

ALGODÃO

(2007 Trimpe, T. <http://sciencespot.net/>)







**Nylon**

7

Identificação de pêlos e fibras, ao microscópio

Adobe Reader - [CABELOS e PELOS]1.pdf

Arquivo Editar Visualizar Documento Ferramentas Janela Ajuda

91%

Página

Arquivos

Comentários

**"CABELOS e PELOS"**

O cabelo é uma das evidências mais comuns em casos de homicídio e violações. O cabelo de determinada parte do corpo tem características particulares como a cor, comprimento e diâmetro. As estruturas do cabelo que são facilmente vistas ao microscópio são a medula e córtex. Só em microscópios com grande poder de amplificação se consegue ver a cutícula.

cutícula medula

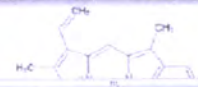
Medula

Córtex

Pigmento

Mafra

1 de 3



7

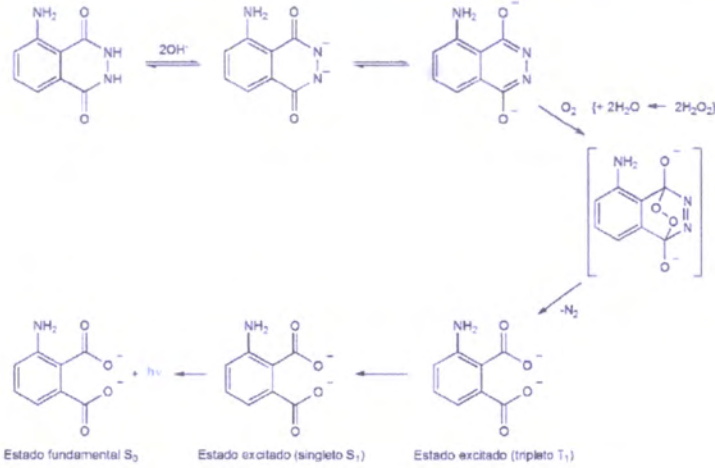
Identificação de pêlos e fibras, ao microscópio

### Sangue

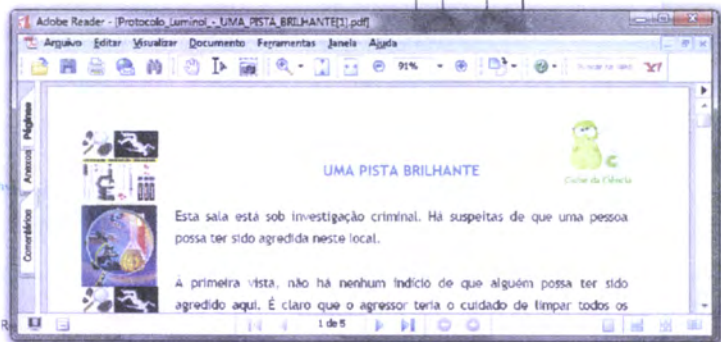
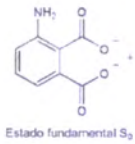
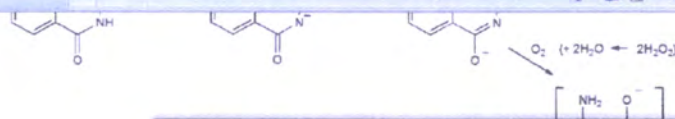
Heme

Hemoglobin

Erythrocyte

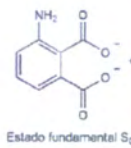


Reacção do luminol (Fonte: Olimpíadas da Química 2008)



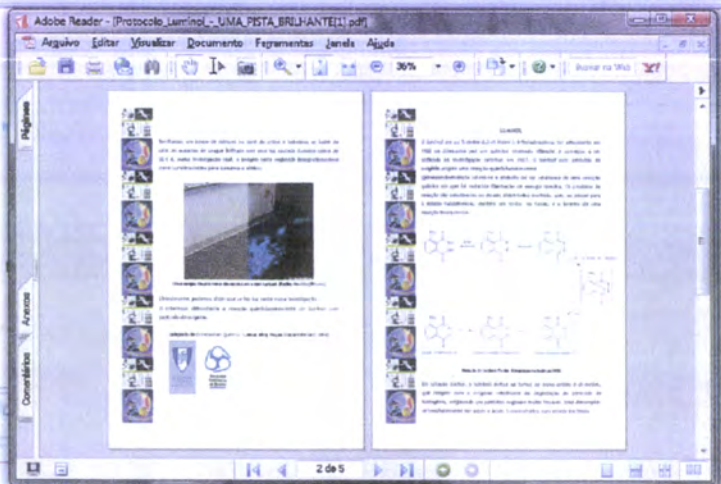
Reacção do luminol com o sangue

Tinta



Reacção do luminol com o sangue

Tinta





Windows Explorer

http://esj-mafra.net/moodle/course/view.php?id=158

moodle escola secundaria

Disciplina: CS - Mafrs

8 Tinta

9 Separação da tinta de um marcador por cromatografia em papel

9 ADN

Adobe Reader - [Separação de tinta de marcador por cromatografia em papel(1).pdf]

Arquivo Editar Visualizar Documento Ferramentas Janela Ajuda

36%

30/09/2011

Pláginas

Arquivos

Comentários

1 de 3

Disciplina: CS - Mafrs

9 Separação da tinta de um marcador por cromatografia em papel

9 ADN

Adobe Reader - [EXTRAI ADN(1).pdf]

Arquivo Editar Visualizar Documento Ferramentas Janela Ajuda

91%

30/09/2011

Pláginas

Arquivos

Comentários

1 de 1

EXTRAI ADN

Clube da Ciência

Nesta actividade recolhemos células do interior da boca, vamos quebrar as membranas celular e nuclear, e extrair o ADN. O ADN é insolúvel em álcool etílico e a solução de cloreto de sódio ajuda na sua precipitação.

**Material e reagentes**

- Solução de cloreto de sódio a 0,9% (m/v)
- Álcool etílico, a 95%, anidrido
- Copo de plástico
- Tubo de ensaio com rolha
- Dipipeta de plástico
- Fareta de vidro
- Copo de precipitação de 50 mL
- Suporte de tubos de ensaio

**Procedimento**

- 1 - Coloque na sua boca cerca de 10 mL de solução de

**Estrutura do ADN**

11 CASOS PARA RESOLVER

## Investigating Chemistry: A Forensic Science Perspective

W.H. FREEMAN Case Study 1: Forensic Analysis of Elements, Compounds, and Mixtures

I am glad to meet you, Captain. I came over to discuss with you the Liechten gun running case. But what I cannot understand is how forensic science can help in this matter.

Romario Rezende  
General

Trevis McNeash  
Mayor

Wiltoni Okano  
Mayor

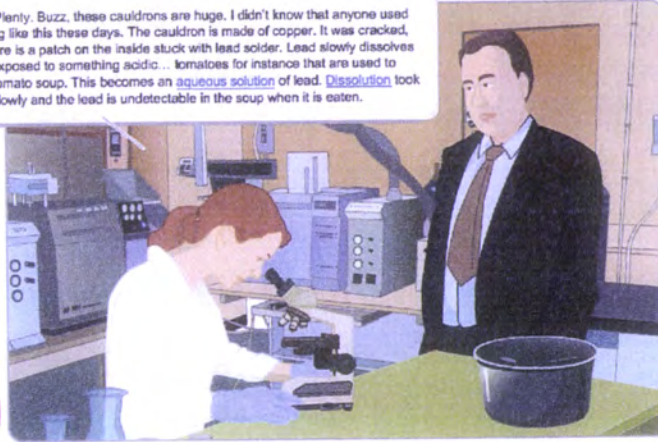
Devon Saunders  
Mayor

Captain

Eusebio Wischeler  
Captain

W.H. FREEMAN Case Study I Forensic Analysis of Properties of Aqueous Solutions

Yeah! Plenty. Buzz, these cauldrons are huge. I didn't know that anyone used anything like this these days. The cauldron is made of copper. It was cracked, and there is a patch on the inside stuck with lead solder. Lead slowly dissolves when exposed to something acidic... tomatoes for instance that are used to make tomato soup. This becomes an aqueous solution of lead. Dissolution took place slowly and the lead is undetectable in the soup when it is eaten.

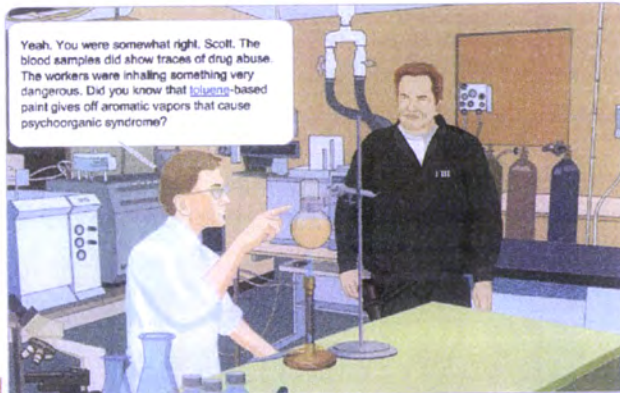


-  Buzz Hewitt  
Fill agent
-  Roberto Corliss  
Owner/Owner
-  Carl Wilhelm  
Police Officer
-  Sarah Summers  
Forensic Scientist
-  Jeremy Carlezzo  
Morning Diner Chef

Morning Diner Chef

W.H. FREEMAN Case Study VII Forensic Analysis of Drugs

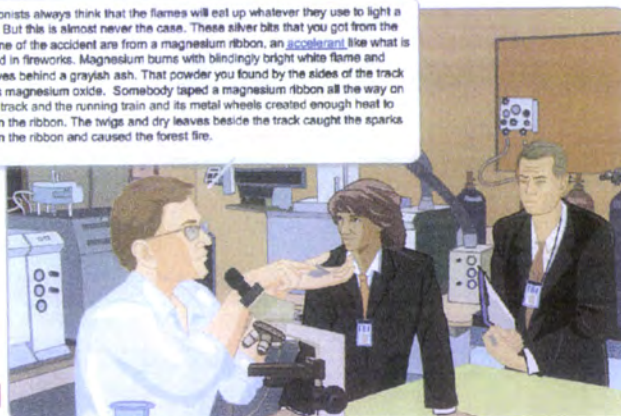
Yeah. You were somewhat right, Scott. The blood samples did show traces of drug abuse. The workers were inhaling something very dangerous. Did you know that toluene-based paint gives off aromatic vapors that cause psychorganic syndrome?



-  Vies Scott  
Special Agent
-  Nathaniel Gordon  
District Attorney
-  Edward Patterson  
Forensic Lab Assistant
-  Emilee Chever

W.H. FREEMAN Case Study IX Forensic Analysis of Arson

Arsonists always think that the flames will eat up whatever they use to light a fire. But this is almost never the case. These silver bits that you got from the scene of the accident are from a magnesium ribbon, an accelerant like what is used in fireworks. Magnesium burns with blindingly bright white flame and leaves behind a grayish ash. That powder you found by the sides of the track was magnesium oxide. Somebody taped a magnesium ribbon all the way on the track and the running train and its metal wheels created enough heat to burn the ribbon. The twigs and dry leaves beside the track caught the sparks from the ribbon and caused the forest fire.





Disciplina: C2 - Matemática

W.H. FREEMAN Case Study XI: Forensic Analysis to Ascertain the Time of Death

Definitely, Chemical kinetics is dramatically affected by temperature. If the temperature is different from 27 degrees Celsius, you have to look at the accumulated degree hours or ADH. The egg of a blowfly does take the same heat to become a larva. It happens quickly at high temperatures and slowly at low temperatures because it takes a different amount of time for the same amount of heat to come from the egg's environment.

Home

Lambert Blake  
Detective

Jasper Paine  
Detective

Sara Patel  
Forensic Pathologist

10 Atividades de Ciência Forense, com sensores e calculadora gráfica

CASO 1 - The Back Burner

THE CASE: The Back Burner

10:45 PM

EasyData

THE CASE: The Back Burner

You found 1 of 2 clues

- Coffee Cup
- Footprint

Get ready to gather evidence from the outside of the coffee cup.

Select the probe level to use from the list below. The list is sorted by the Plan Value. Click the button to select a probe level. The probe level is the number of the probe level.

THE CASE: A Murder Behind the Back Burner

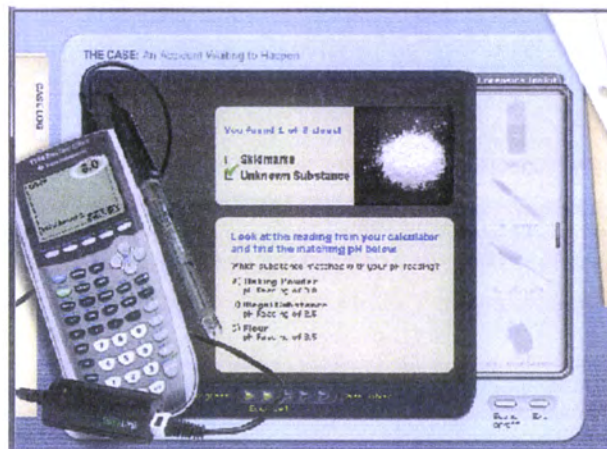
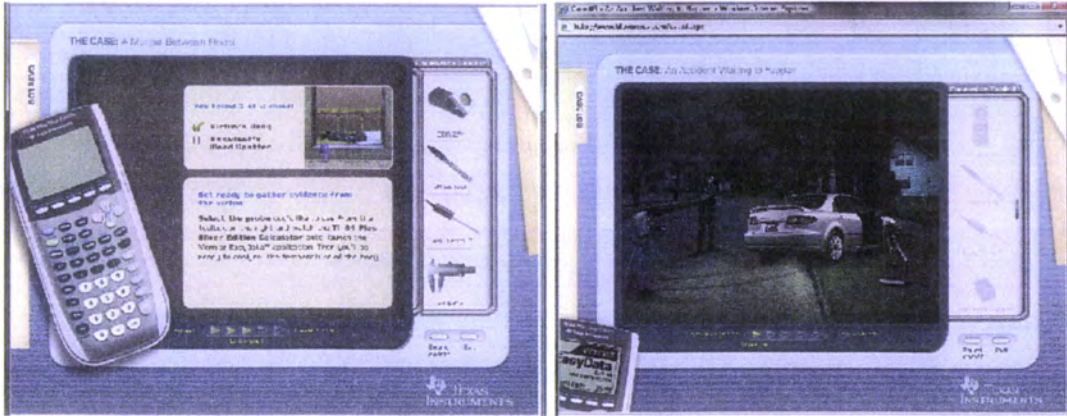
Freeze Level 3 of 3 Wheel

- Bottom's Bolt
- Scuba's Bolt
- Wheel's Bolt

Get ready to gather evidence from the crime scene.

Select the probe level to use from the list below. The list is sorted by the Plan Value. Click the button to select a probe level. The probe level is the number of the probe level.

CASO 3 - An Accident Waiting to Happen





### III – b

## Mensagens editadas no blogue CSI Mafra

<http://csimafra.blogspot.com/>



4/AGO/2009

➤ **Nova metodologia para solucionar crimes complexos**



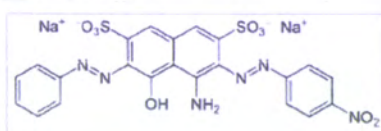
*Nova técnica para a deteção e revelação de impressões digitais*

INSCRIÇÕES

Para se inscrever nas actividades CSI - Mafra, do Clube da Química, acceda a mensagem INSCRIÇÕES. (Ver Etiquetas)



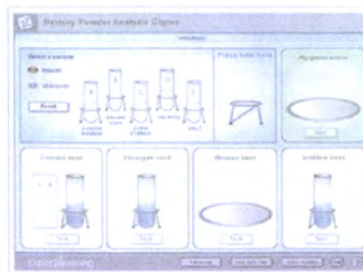
➤ **Revelação de marcas de sangue com negro de amido (amido black)**



O negro de amido reage com as proteínas do sangue



➤ **Análise de pós**





07/JUN/2009

**Pesquisa de vestígios na roupa**

Leave No Trace: In the Forensics Lab  
★★★★★



0:00 / 1:51

29/MAI/2009

**CSI NY Infrared Thermal Imaging Camera**

CSI NY infrared camera (RAZ-IR) CSI New York Th...



0:32 / 1:34

CSI Mafra

20/MAI/2009

**Proton Nuclear Magnetic Resonance (NMR)**

Proton Nuclear Magnetic Resonance (NMR)  
★★★★★



0:00 / 8:43

CSI Mafra

22/MAI/2009

**O mistério do Santo Sudário**

Shroud of Turin (part 1)  
★★★★★



0:00 / 8:41

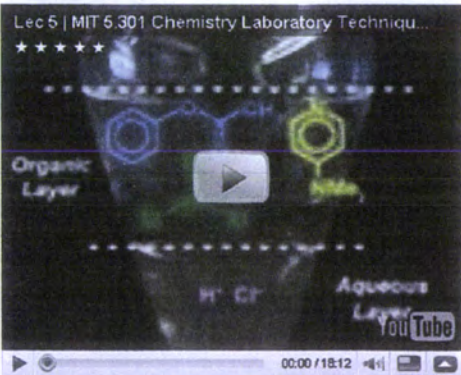
CSI Mafra

Etiquetas: [mistérios desvendados](#)

21/MAI/2009

**Extracção**

Lec 5 | MIT 5.301 Chemistry Laboratory Techniqu...  
★★★★★



0:00 / 18:12

CSI Mafra

Publicada por [Carla Regina](#) em [2010](#)  
O comentário

Etiquetas: [métodos de análise](#)

**Métodos de Análise - IV**

Infra-Red Spectroscopy (IR)  
★★★★★



0:00 / 6:32



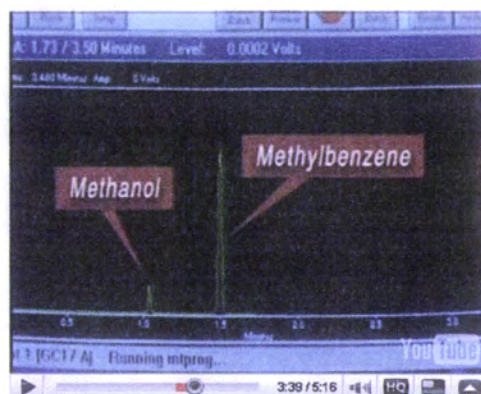
21/MAI/2009

▶ **Cromatografia no CSI**



21/MAI/2009

▶ **Métodos de Análise - GC**



21/MAI/2009

▶ **Métodos de Análise - UV-V**

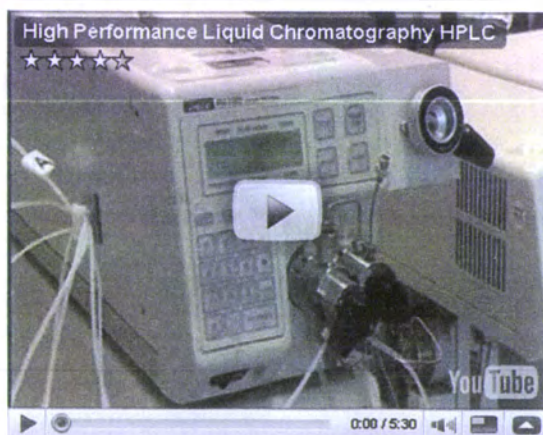


21/MAI/2009

▶ **Métodos de Análise - MS**

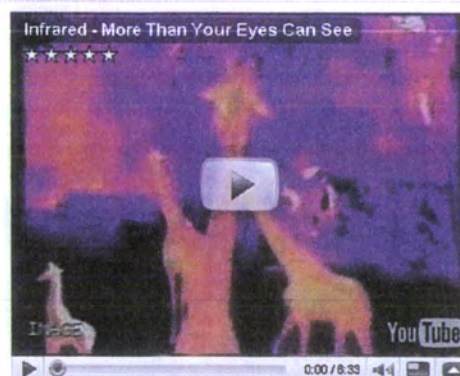


▶ **Métodos de Análise - HPLC**



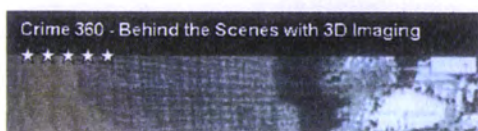
16/MAI/2009

▶ **Visão noturna**



11/MAI/2009

### Reconstituição da cena do crime, em 3D



6/MAI/2009

### Abelhas treinadas detectam explosivos (Scientists train honeybees to detect explosives)



### Quimioluminescência do luminol e detecção de resíduos de sangue



[artigo sobre detecção de resíduos de sangue](#)



### Análise da trajetória da bala (Bullet Trajectory Analysis)



26/ABR/2009

### Autopsy of a Murder

[Neste logo além de recolher as pistas e proceder à sua análise, ficará também a conhecer os métodos, físicos e químicos, utilizados num laboratório forense.](#)

Winner - Grand prix Education  
**boomeranG** 2005





22/ABR/2009

## CSI, mais uma vez...

### Caso 1 - Treino

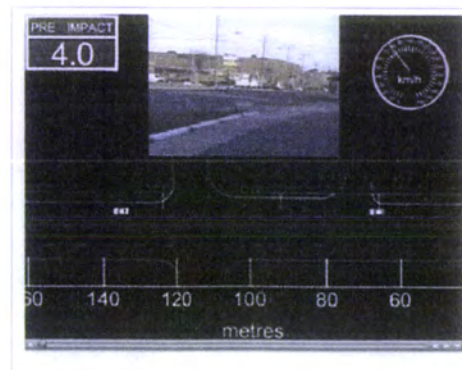
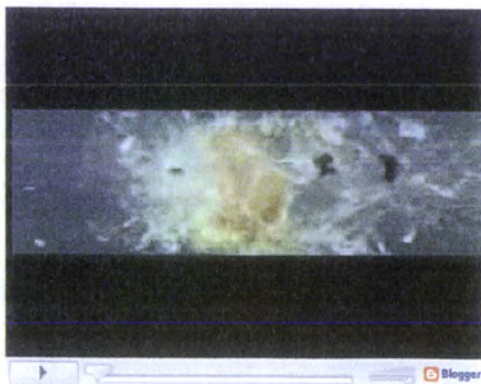


### Caso 3 - The Burning Star

Primeiro "fale" com o Grissom



## Balística e as Leis de Newton



Aplica os teus conhecimentos de Física e tenta traçar o gráfico posição-tempo após o choque...  
(considera a trajetória retilínea)

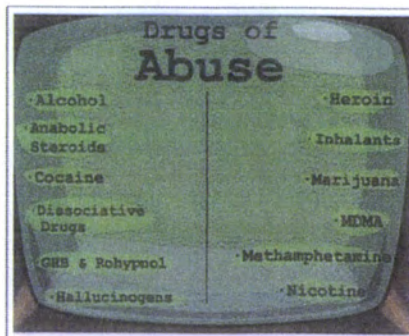
**O caso Urbino de Freitas**



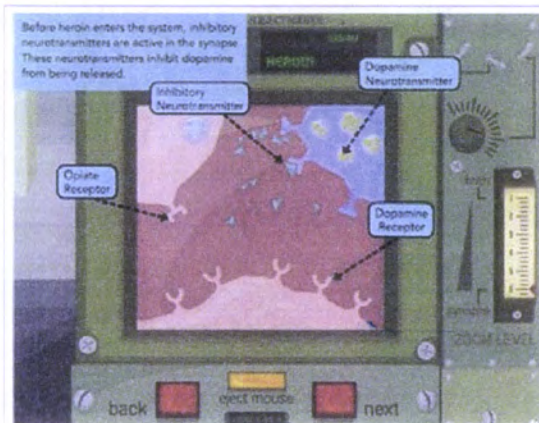
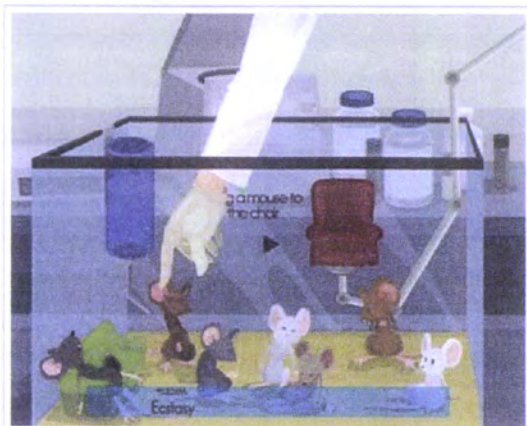
Texto escrito com António José Leonardo e Décio Ruivo Martins sobre um dos mais famosos casos judiciais portugueses onde houve recurso à química forense:

Este site também tem os efeitos de algumas drogas e podemos seleccionar a língua.

**Tipos de drogas e os seus efeitos**



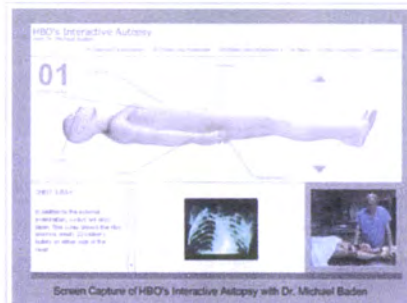
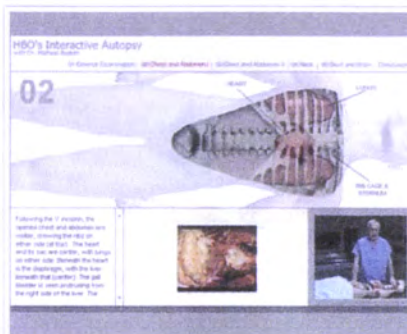
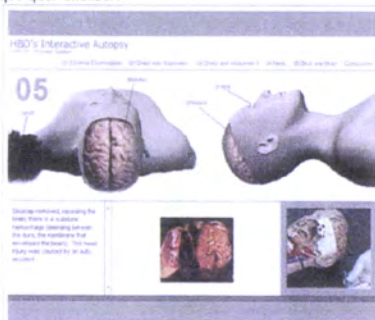




12/ABR/2009

### Autópsia Virtual (Interactive Autopsy)

A autópsia é uma das etapas determinantes na descoberta da causa de morte. Podem ser feitas, posteriormente, análises químicas aos órgãos retirados (ou ao conteúdo do estômago) e detectar, por exemplo, drogas (ou o resultado da sua metabolização). Num caso de suspeita de envenenamento os métodos analíticos actuais conseguem detectar quantidades vestigiais. Depois de aceder ao site, seleccionar, na barra superior, a parte do corpo que quer analisar.



11/ABR/2009

### Jogos "Bow Street Runner" e "Death in Rome"

No tempo em que não existiam laboratórios nem C.S.I., o tratamento das pistas recolhidas era outro.

Nestes jogos, com alguma História, além de seguir as pistas e descobrir o criminoso também pode aproveitar para "exercitar" o seu Inglês...



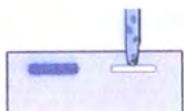
Death in Rome

### DNA Fingerprinting



#### DNA Fingerprinting

☆☆☆☆☆



31/MAR/2009

### Detecção de consumo de droga no cabelo, na saliva e no suor



A Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior, na Covilhã, está envolvida em dois projectos para detecção de drogas no corpo humano de formas alternativas, nomeadamente sem recurso a colheitas de sangue.

Um deles lê num cabelo humano o registo de consumo de drogas ao longo dos últimos tempos, enquanto outro usa saliva ou suor, em vez de sangue, para detectar o consumo de antipsicóticos. [continuar a ler...](#)

Fonte: [CiênciaViva](#)

19/MAR/2009

### Data de nascimento pode ser lida nos olhos dos mortos



Investigadores na Dinamarca desenvolveram um método que permite apurar, através da análise do cristalino, a data de nascimento de uma pessoa, revela um estudo publicado pela revista científica PLoS ONE. [continuar a ler...](#)

Fonte: [Universta](#)

### Como extrair ADN de qualquer "coisa" viva



15/MAR/2009

### Quem matou o Homem do Gelo?

São 14 pequenos vídeos, mas vale a pena saber a história...



11/MAR/2009

### Portugal tem especialista em Palinologia Forense

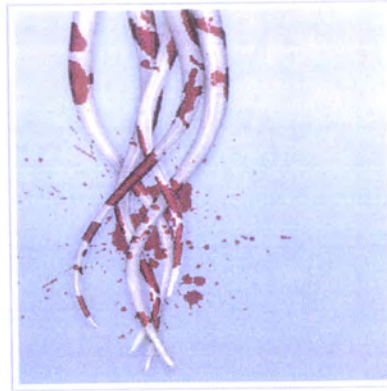


Perante um crime, de que tipo de ambiente tem origem uma amostra? Há ligação entre pessoas, objectos e locais? A estas questões responde a Palinologia Forense, uma ciência que utiliza o pólen e esporos das plantas para determinar se o local onde vítima morreu corresponde ao local de deposição do cadáver e ligar suspeitos e objectos a locais de crime. [continuar a ler...](#)



12/MAR/2009

### Manchas de sangue eliminadas pelos novos produtos de limpeza



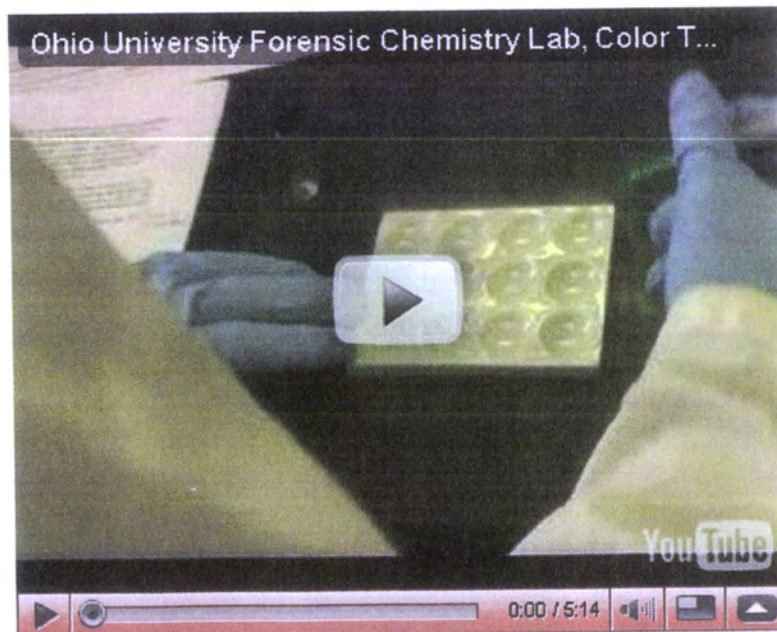
Os novos produtos de limpeza, contendo oxigénio activo, degradam o sangue de tal forma que os reagentes químicos normalmente usados na sua detecção são Ineficazes. [continuar a ler...](#)

Outro artigo sobre o mesmo tema

<http://www.sciencedaily.com/releases/2009/02/090217112516.htm>

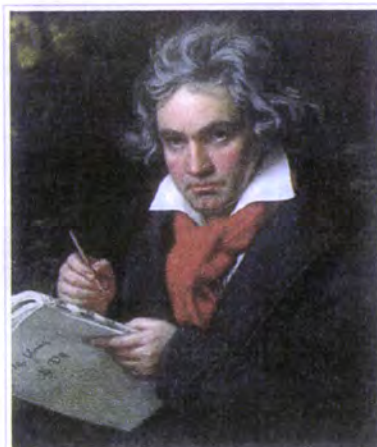
6/MAR/2009

### Testes a drogas



## Beethoven poderá ter morrido envenenado

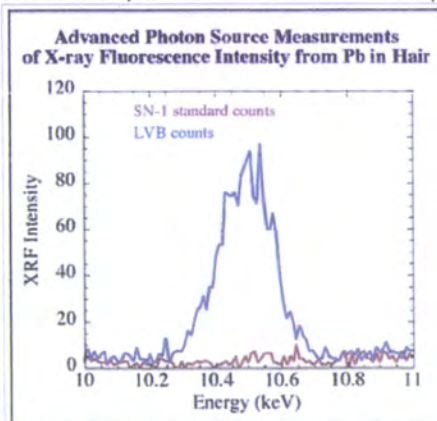
Mais de 150 anos depois da sua morte, cientistas acreditam ter encontrado a resposta para determinar a origem da doença de Ludwig von Beethoven. O compositor alemão poderá ter morrido de um envenenamento por chumbo.



Da análise de um tufo de cabelos de Ludwig von Beethoven, os cientistas chegaram à conclusão que o famoso compositor morreu devido a uma doença crónica provocada por um envenenamento por chumbo.

Pouco antes de morrer, Beethoven escreveu ao irmão pedindo que procurasse saber a origem da sua doença. Mais de 150 anos depois da sua morte, cientistas podem, agora, ter encontrado a resposta para determinar a origem do envenenamento.

Uma equipa de investigadores dedicou-se ao estudo de fios de cabelo do compositor (LVB) e descobriu uma concentração de chumbo, 100 vezes superior à quantidade encontrada em cabelo saudável (SN), afirmou William Walsh, do Health Research Institute em Naperville.



[http://www.anl.gov/Media\\_Center/Frontiers/2002/c3facil.html#enter/Frontiers/2002/c3facil.html](http://www.anl.gov/Media_Center/Frontiers/2002/c3facil.html#enter/Frontiers/2002/c3facil.html)

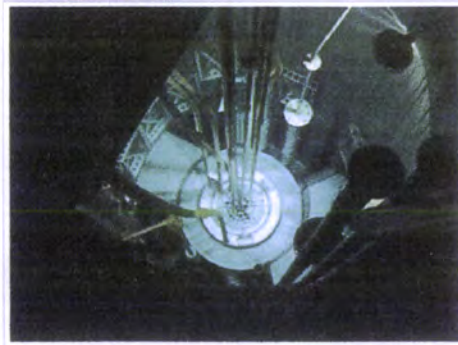
## ☛ Napoleão não morreu envenenado

Afinal Napoleão Bonaparte não morreu envenenado com arsênio. A conclusão, publicada pela revista "Il Nuovo Saggiatore", pode ser derradeira para a controvérsia em torno da morte do imperador francês, que historiadores, cientistas e escritores julgaram assassinado por guardas britânicos durante a prisão na Ilha de Santa Helena, depois da derrota em Waterloo.



Segundo os investigadores responsáveis pelo estudo, conduzido pelo Instituto Nacional Italiano de Física Nuclear (INFN), o nível de arsênio encontrado nas amostras de cabelo da altura, não deixa de ser assustador. [continuar a ler](#)

(Fonte: [CiênciaHoje](#))



*The hairs were placed in capsules and inserted in the core of the nuclear reactor in Pavia. The technique used is known as "neutron activation", which has two enormous advantages: it does not destroy the sample and it provides extremely precise results even on samples with an extremely small mass, such as human hair samples. (Credit: INFN)*

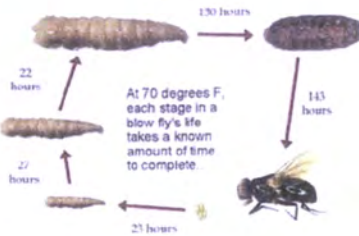
<http://www.sciencedaily.com/releases/2008/02/080211131357.htm>



### Entomologia forense



The blow fly life cycle has six parts: the egg, three larval stages, the pupa, and adult.



A Entomologia forense é o estudo de insectos e outros artrópodes num contexto legal. Tem inúmeras aplicações, mas a mais frequente é na determinação do tempo mínimo desde a morte (intervalo postmortem, ou IPM, mínimo) na investigação de mortes suspeitas. Para isso, determina-se a idade dos insectos presentes num cadáver humano, o que permite uma estimativa relativamente precisa em circunstâncias em que os patologistas apenas conseguem fazer aproximações. O principal pressuposto é que o corpo não está morto há mais tempo do que o necessário para os insectos chegarem ao cadáver e se desenvolverem. Assim, a idade dos insectos mais velhos presentes no corpo determina o IPM mínimo.

[continuar a ler.](#)

[VIDEO](#)

Além da determinação do tempo após a morte, os insectos também permitem, através de análise química, descobrir se a vítima foi envenenada (lembram-se do "batido" de larvas que Grissom fez?).



28/FEV/2009

### A química do teste de álcool

A presença de álcool no sangue pode ser determinada pela medição do álcool no ar exalado pela pessoa, através de reacções de oxidação-redução. [continuar...](#)



[Simulação do efeito do álcool num condutor](#)



## O ácido que enlouqueceu os pássaros de Hitchcock



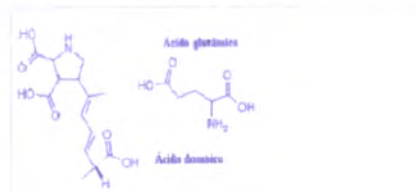
Numa madrugada de Agosto, corria o ano de 1961, a pacata localidade costeira de Capitola na Califórnia foi surpreendida por uma cena que parecia saída do livro «Os pássaros» de Daphne du Maurier, que vira a luz do prelo nove anos antes.

Centenas de aves marinhas Invadiram o local e atacaram os habitantes num episódio bizarro que fascinou Alfred Hitchcock, veraneante frequente na vizinha Santa Cruz.

Hitchcock recolheu as notícias que fizeram as manchetes dos jornais locais numa proposta ao seu estúdio para um filme que apareceria nos cinemas dois anos depois. (Como nota de curiosidade, refere-se

agulha num paiheiro e constitui uma verdadeira proeza química dada a enorme quantidade de compostos presente nos mexilhões e o facto de os investigadores não terem a mínima ideia de qual a estrutura do culpado pela intoxicação.

Esta epopeia química, contada em detalhe em vários artigos científicos, assentou no fraccionamento de extractos dos mexilhões e seu teste em ratos até se encontrar o vilão.



O ácido domóico funciona como um cavalo de Tróia molecular. Os neurónios confundem este aminoácido com o seu parente ácido glutâmico, ou antes, confundem as formas básicas de ambos.

O glutamato é um neurotransmissor excitatório que se pensa esteja envolvido em funções cognitivas como a aprendizagem e a memória. As membranas dos neurónios e da glia possuem transportadores de glutamato que retiram rapidamente este aminoácido do espaço extracelular já que o seu excesso é altamente tóxico para os neurónios.

A acumulação de glutamato no espaço extracelular provoca a entrada de iões cálcio (Ca<sup>2+</sup>) nas células originando danos neuronais e eventualmente morte celular (apoptose) num processo conhecido por excitotoxicidade.

De facto, elevadas concentrações de glutamato funcionam como uma

anos acarretam consequências trágicas na fauna marinha, nomeadamente da costa californiana, afectando leões marinhos, golfinhos, baleias e pelicanos, entre outros.

As dimensões que este problema começa a assumir e o facto de a bioacumulação de toxinas produzidas pelo fitoplâncton não se restringir ao ácido domóico, tornam premente que todos nos apercebamos quão vulneráveis estamos se não fizermos algo para salvar os ossos oceanos!

Olimpíadas de Química+ 2008

Os Detectives Químicos

Leonel Silva, Raquel Dias e Palmira F. Silva

## Técnicos CSI reais



## Revelar impressões digitais com iodo





### Recolha simples de impressões digitais



### Revelação de impressões digitais com supercola (CUIDADO COM OS FUMOS)



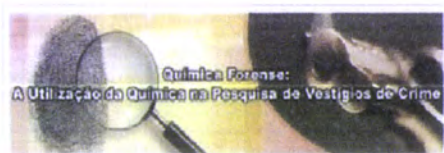
Se quiser reproduzir esta experiência **CUIDADO COM OS FUMOS!**

1/FEV/2009

### Laboratório Forense



### Química Forense



Publicada por cstinvestigadora em 18:41

[0 comentários](#)

Etiquetas: [Química Forense](#)

### Jogo "Na mira da lei"

Para quem gosta de desvendar crimes....

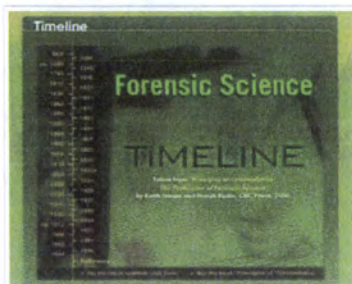


Publicada por cstinvestigadora em 16:57

[0 comentários](#)

Etiquetas: [Jogos](#)

### História da Ciência Forense

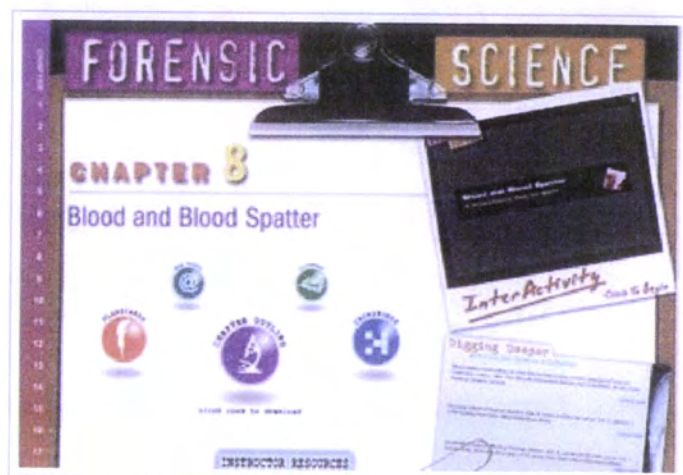


### CSI à portuguesa

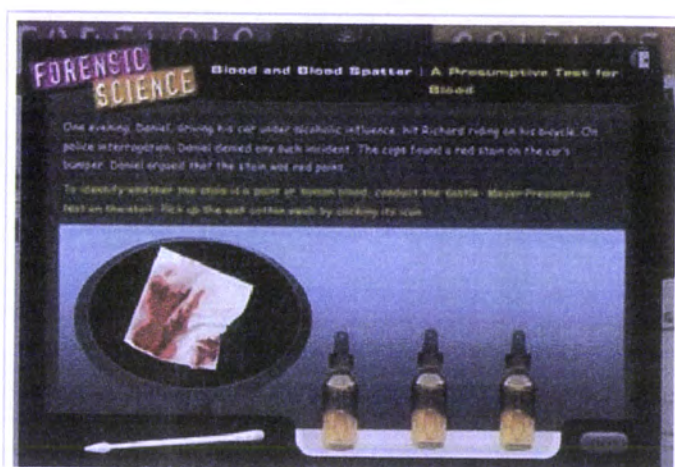
As séries policiais, mais ou menos ficcionais, sempre despertaram a atenção do público. Mas a saga CSI tem não só atraído as pessoas, como também tem estimulado a curiosidade pela Medicina Legal.

«Esta é uma das profissões preferidas do

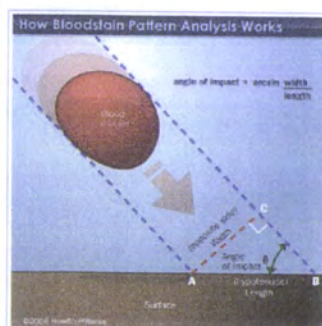
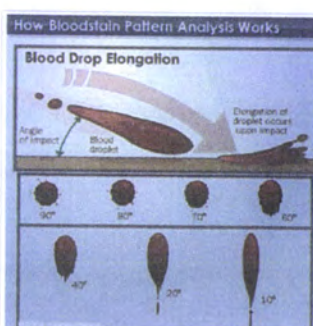
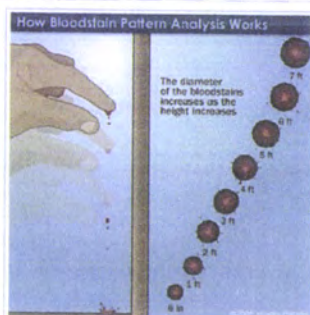




Além de informação variada, tem disponíveis laboratórios (em *InterActivity*)



#### Manchas de sangue



**Anexo IV**

**Pedido de autorização para publicação das fotografias dos alunos**





ESCOLA SECUNDÁRIA JOSÉ SARAMAGO

Ex<sup>o</sup> Sr<sup>o</sup>(<sup>a</sup>) Encarregado(a) de Educação

A professora de Física e Química A, da turma E do 11<sup>o</sup> ano, Rosa Maria Pais, a frequentar o Mestrado “Química em Contexto Escolar” na Universidade de Évora, está a desenvolver a dissertação cujo tema é “Aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e Química”.

Neste âmbito foi realizada a actividade CSI-Mafra que decorreu no passado dia 17 de Março, durante os “Laboratórios Abertos”, tendo sido fotografados os alunos monitores (11<sup>o</sup>E) e os visitantes.

Dado que estas fotografias poderão conter imagens do(a) seu (sua) educando(a), venho por este meio solicitar autorização para as utilizar, no sentido de documentar esta actividade, na dissertação a entregar na Universidade de Évora, e na plataforma de *e-learning moodle* - Clube da Ciência, da Escola Secundária José Saramago.

Agradeço desde já a atenção dispensada.

Com os melhores cumprimentos

Mafra, 23 de Abril de 2009

A professora

✂-----

*Preencher e devolver à professora*

Eu, \_\_\_\_\_ Encarregado(a) de Educação do(a) aluno(a) \_\_\_\_\_ da turma E do 11<sup>o</sup> ano, autorizo/não autorizo (*riscar o que não interessa*) a divulgação das fotografias obtidas no decorrer da actividade CSI-Mafra, no dia 17 de Março de 2009, durante os “Laboratórios Abertos”.

\_\_\_\_\_ de 2009

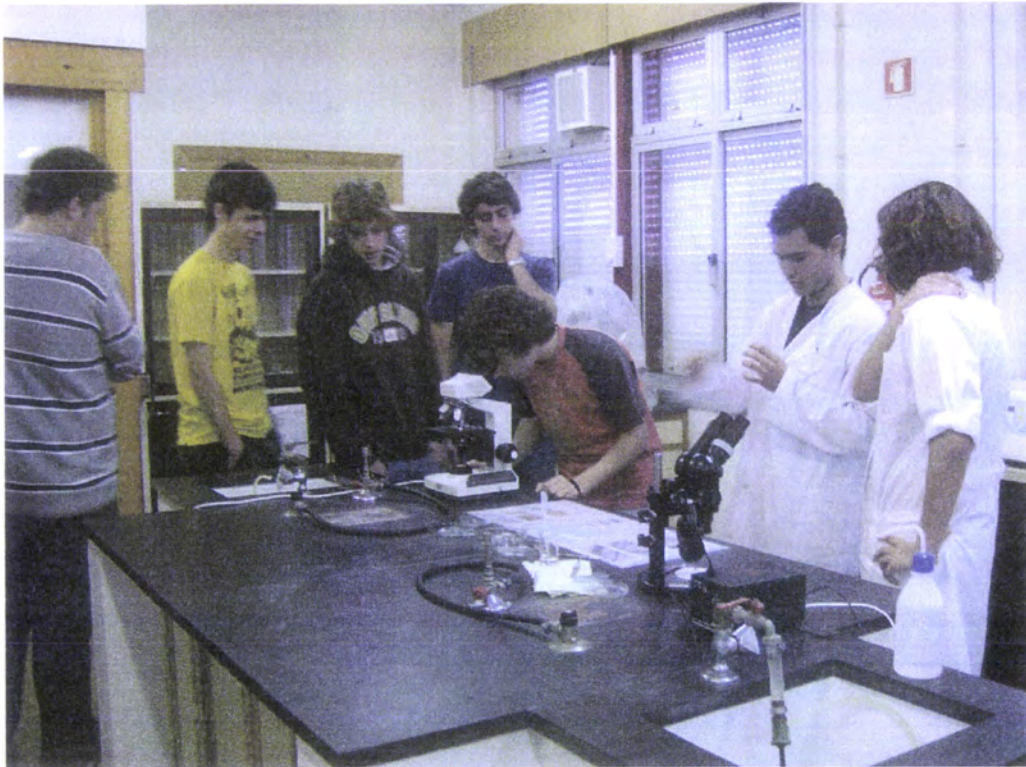
ASSINATURA

\_\_\_\_\_

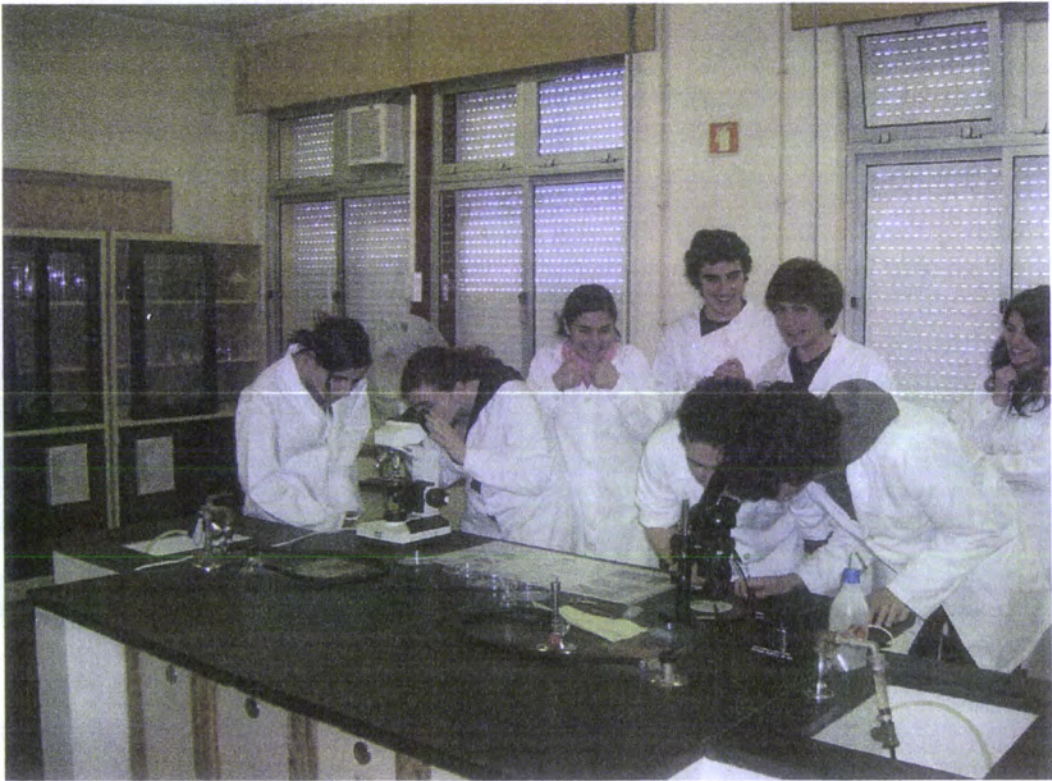
**Anexo V**  
**Fotografias da actividade “Laboratórios Abertos - CSI-Mafra”**

**Actividades realizadas nos “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra”**

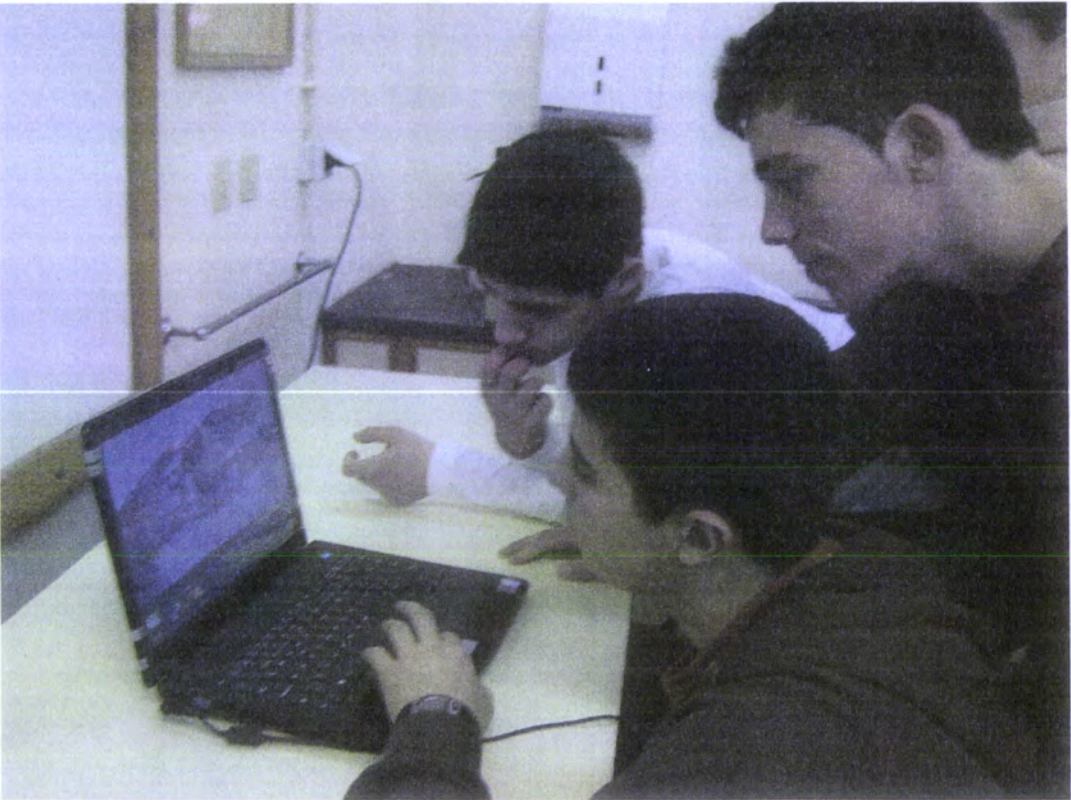
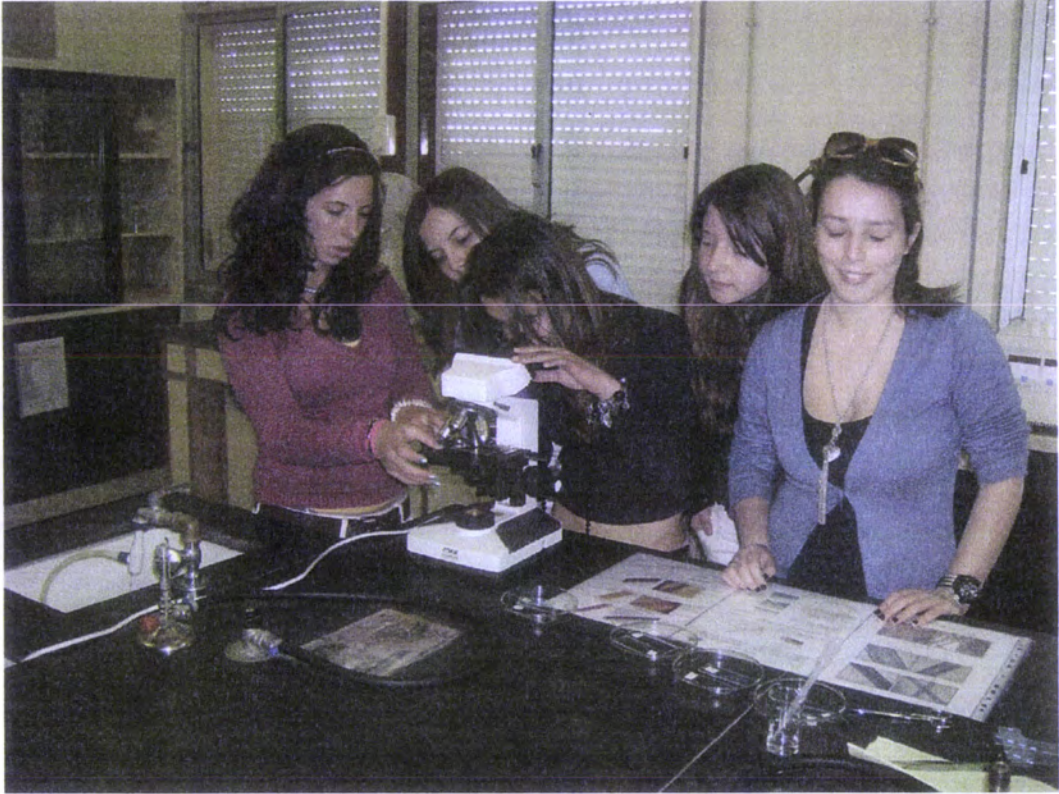
17 de Março de 2009



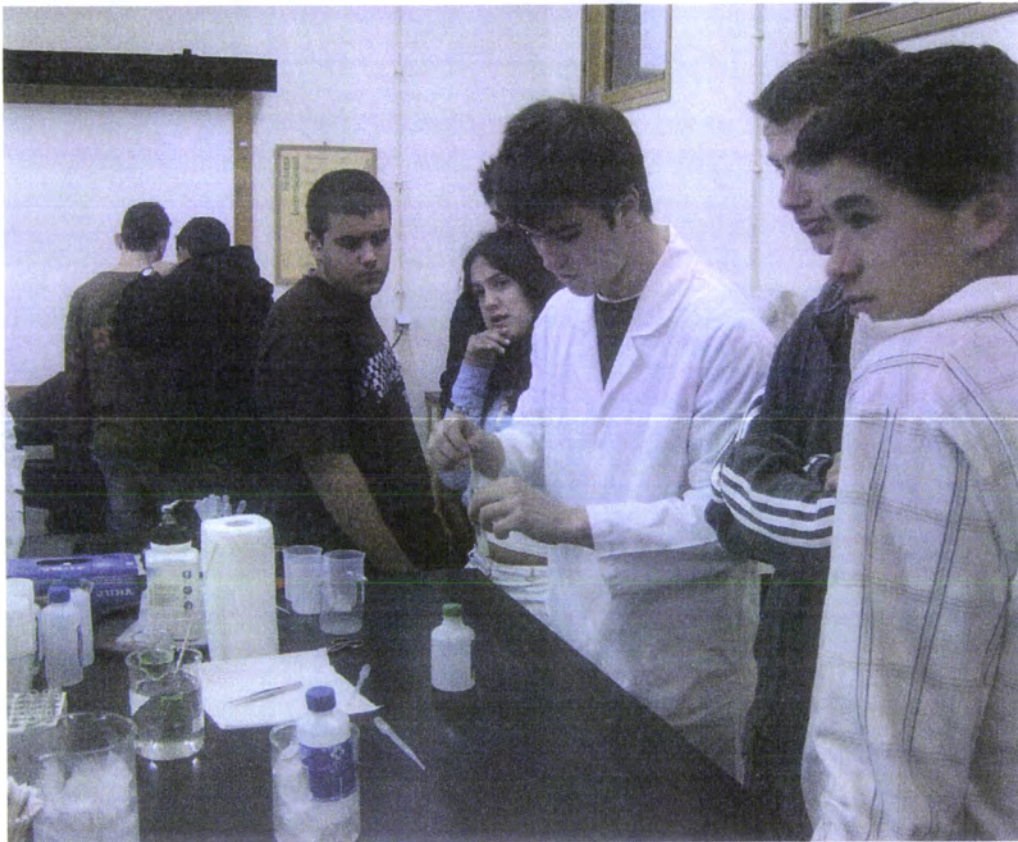












**Anexo VI**  
**Ação de Formação de Professores**  
**“Aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e da Química”:**  
**Certificado de acreditação**  
**e**  
**Questionário de opinião**

**CERTIFICADO DE ACREDITAÇÃO DE ACÇÃO  
MODALIDADE CURSO DE FORMAÇÃO**

Para os devidos efeitos se certifica que, ao abrigo do nº1, do artigo 35º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, anexo ao Decreto-Lei nº207/96, de 2 de Novembro, o Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua concedeu à entidade formadora

**CENTRO DE FORMAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO DE ESCOLAS RÓMULO DE CARVALHO**

acreditação à acção de formação, na modalidade *Curso de Formação*, nas condições expressas no presente Certificado:

**Acção: APLICAÇÃO DAS CIÊNCIAS FORENSES, NO ENSINO DA FÍSICA E QUÍMICA**

Nº de créditos: 1

Registo de acreditação: CCPFC/ACC-57972/09

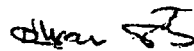
Prazo de validade para efeitos de início da acção: até 15 de Julho de 2012

Mais se certifica que, para os efeitos previstos no artigo 5º, do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, a presente acção releva para efeitos de progressão em carreira de Professores do Grupo 510.

Para efeitos de aplicação do nº 3 do artigo 14º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, a presente acção releva para a progressão em carreira de Professores do Grupo 510.

Braga, 15 de Julho de 2009

O Secretário do CCPFC



(Ávaro Santos)

**Questionário de opinião acerca da Acção de Formação:  
"Aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e da Química"**

Este questionário destina-se a recolher a opinião, dos professores de Física e Química, que participaram na acção de formação "*Aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e da Química*". Os dados recolhidos destinam-se a serem utilizados, apenas, para o Mestrado "*Química em Contexto Escolar*", da Universidade de Évora.

Agradeço desde já a sua colaboração

**1. Idade**

**2. Sexo**

- Feminino  
 Masculino

Assinale com uma cruz (X) a quadrícula correspondente à sua **opinião** em cada um dos aspectos referidos

---

**3. Os conteúdos abordados nesta acção de formação são adequados aos programas de Física e Química.**

- Discordo completamente  
 Discordo  
 Concordo  
 Concordo plenamente

**4. A aplicação das Ciências Forenses no ensino da Física e da Química pode contribuir para a compreensão de como se trabalha em Ciência.**

- Discordo completamente  
 Discordo  
 Concordo  
 Concordo plenamente

5. A aplicação das Ciências Forenses, em Clubes da Ciência ou em "Laboratórios Abertos", pode contribuir para a literacia científica dos alunos.

- Discordo completamente
- Discordo
- Concordo
- Concordo plenamente

6. A Ciência Forense é um tema motivador para a aprendizagem da Física e da Química.

- Discordo completamente
- Discordo
- Concordo
- Concordo plenamente

7. Nesta acção de formação foi demonstrada a possibilidade da elaboração de recursos didácticos diversificados e adequados cientificamente ao ensino de Física e Química.

- Discordo completamente
- Discordo
- Concordo
- Concordo plenamente

8. Na globalidade, qual o seu grau de satisfação em relação a esta acção de formação?

Nada satisfeito					Muito satisfeito
1	2	3	4	5	

*Obrigado pelo tempo dispensado*

**FIM**



**Anexo VII**

**Questionário de grau de satisfação na actividade “Laboratórios Abertos – CSI-Mafra”**

## QUESTIONÁRIO DE GRAU DE SATISFAÇÃO

Este questionário destina-se a recolher informação, junto dos alunos, sob a forma como decorreram as actividades CSI-Mafra, durante os Laboratórios Abertos. Os dados recolhidos destinam-se a serem utilizados, apenas, para o Mestrado "Química em Contexto Escolar", da Universidade de Évora.

Idade

Sexo

Feminino

Masculino

Assinale com uma cruz (X) a quadrícula correspondente ao seu **GRAU DE SATISFAÇÃO** em cada um dos aspectos referidos

Qual o seu grau de satisfação em relação aos seguintes aspectos:

1. Interesse despertado pelas actividades.

Nada				Muito
satisfeito				satisfeito
1	2	3	4	5

**2. Clareza e facilidade de execução dos procedimentos.**

Nada					Muito
satisfeito					satisfeito
1	2	3	4	5	

**3. Linguagem utilizada para explicar os conteúdos científicos, relacionados com as actividades.**

Nada					Muito
satisfeito					satisfeito
1	2	3	4	5	

**4. Esclarecimento de dúvidas pelos monitores e professora.**

Nada					Muito
satisfeito					satisfeito
1	2	3	4	5	

5. Demonstração da ligação entre as Ciências Forenses e a Física e Química.

Nada				Muito
satisfeito				satisfeito
1	2	3	4	5

6. Motivação para a aprendizagem da Física e Química através das actividades realizadas nos Laboratórios Abertos.

Nada				Muito
satisfeito				satisfeito
1	2	3	4	5

7. Na globalidade, qual o seu grau de satisfação em relação às actividades realizadas nos "Laboratórios Abertos -CSI-Mafra".

Nada				Muito
satisfeito				satisfeito
1	2	3	4	5

8. Qual foi a actividade cuja realização o deixou mais satisfeito? Porquê?

Para além do seu grau de satisfação gostaríamos também de saber a sua opinião sobre as seguintes questões:

9. Estas actividades, de aplicação das Ciências Forenses, ajudam a compreender o trabalho em Ciência?

Discordo			Concordo	
Totalmente			Totalmente	
1	2	3	4	5

10. Gostaria de realizar outras actividades de Ciências Forenses, em próximos Laboratórios Abertos?

- Sim  
 Não

Caso tenha respondido sim, indique qual ou quais.

**OBRIGADO!**

**FIM**



**Anexo VIII**

**Questionário de opinião sobre o blogue CSI-Mafra (alunos e professores)**

## Questionário de opinião acerca do blogue CSI-Mafra

Este questionário destina-se a recolher a opinião, de alunos do Ensino Secundário, sobre o blogue CSI-Mafra. Os dados recolhidos destinam-se a serem utilizados, apenas, para o Mestrado "Química em Contexto Escolar", da Universidade de Évora.

Em cada questão  seleccione a opção marcando

---

### 1. Idade

### 2. Sexo

- Feminino  
 Masculino

### 3. Qual a frequência com que visita o blogue CSI-Mafra?

- Nunca  
 Poucas vezes  
 Frequentemente  
 Todos os dias

Se respondeu **nunca** aceda ao endereço <http://csimafra.blogspot.com/> e por favor dê a sua opinião.

### 4. Em relação ao aspecto gráfico considera este blogue:

- Desagradável  
 Pouco agradável  
 Agradável  
 Muito agradável

5. Os conteúdos abordados são adequados aos conhecimentos científicos que já aprendeu?

- Desadequados
- Pouco adequados
- Adequados
- Muito adequados

6. Os temas abordados no blogue são:

- Desinteressantes
- Pouco interessantes
- Interessantes
- Muito interessantes

7. Considera alguns temas desadequados para a sua faixa etária?

- Sim
- Não

Se respondeu sim, quais?

8. Acha que este blogue pode contribuir para a compreensão de como se trabalha em Ciência?

- Discordo completamente
- Discordo
- Concordo
- Concordo plenamente

**9. Considera este blogue motivador para a aprendizagem da Física e da Química?**

- Não motivador
- Pouco motivador
- Motivador
- Muito motivador

**10. O blogue deveria abordar outros temas de Ciência Forense, sem relação directa com a Física e a Química?**

- Sim
- Não

Caso tenha respondido sim, indique qual ou quais.

**11. Participou na actividade “Laboratórios Abertos” realizada na Escola?**

- Sim
- Não

**OBRIGADO!**

**FIM**

## Questionário de opinião acerca do blogue CSI-Mafra

Este questionário destina-se a recolher a opinião, de professores de Física e Química, sobre o blogue CSI-Mafra. Os dados recolhidos destinam-se a serem utilizados, apenas, para o Mestrado "Química em Contexto Escolar", da Universidade de Évora.

Agradeço desde já a sua colaboração

Em cada questão   
selecione a opção marcando

---

### 1. Idade

### 2. Sexo

- Feminino
- Masculino

### 3. Qual a frequência com que visita o blogue CSI-Mafra?

- Nunca
- Poucas vezes
- Frequentemente
- Todos os dias

Se respondeu nunca aceda ao endereço <http://csimafra.blogspot.com/> e dê a sua opinião.

### 4. Em relação ao aspecto gráfico considera este blogue:

- Desagradável
- Pouco agradável
- Agradável
- Muito agradável



5. Como considera a adequação científica, deste blogue, a alunos do Ensino Secundário?

- Desadequado
- Pouco adequado
- Adequado
- Muito adequado

6. Os temas abordados no blogue são:

- Desinteressantes
- Pouco interessantes
- Interessantes
- Muito interessantes

7. Considera alguns temas desadequados à idade dos alunos?

- Sim
- Não

Se respondeu sim, quais?

8. Acha que este blogue pode contribuir para a literacia científica dos alunos?

- Discordo completamente
- Discordo
- Concordo
- Concordo plenamente

9. Considera este blogue motivador para a aprendizagem da Física e da Química?

- Não motivador
- Pouco motivador
- Motivador
- Muito motivador

10. O blogue deveria abordar outros temas de Ciência Forense com interesse para a aprendizagem da Física e Química?

- Sim
- Não

Caso tenha respondido **sim**, indique qual ou quais.

*Obrigado pelo tempo dispensado*

**FIM**