



Universidade de Coimbra

Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação

Estímulos de leitura na exposição
“Em boa forma... com a Ciência”:
Dois exemplos e seu impacto

Dissertação de Mestrado em Ciências da Educação na área de especialidade em *Educação e Sociedade do Conhecimento*, apresentada à Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra e realizada sob a orientação das Professoras Doutoras Isabel Festas e Maria Helena Caldeira.

Nádia Alexandra Máximo Jordão

2011

Palavras-Chave: Aprendizagem não formal das Ciências, Museus e Centros de Ciência, Actividades Interactivas e Textos, Estímulos de Leitura, Comunicação de Ciência

Resumo

Este estudo, realizado no âmbito do Mestrado em Ciências da Educação, na área de especialidade em Educação e Sociedade do Conhecimento, da Universidade de Coimbra, foi desenvolvido no Exploratório, Centro Ciência Viva de Coimbra.

Inicialmente pretendia-se observar, descrever e verificar, o comportamento dos visitantes durante uma visita a uma exposição de ciência num espaço de aprendizagem não formal, e testar a compreensão na leitura dos textos associados a dois dos módulos interactivos presentes na exposição “Em boa forma... com a Ciência”.

Esta temática tem vindo a suscitar interesse por parte de investigadores no âmbito da aprendizagem não formal.

Para concretizar os objectivos a que nos propusemos, foi efectuado um estudo (com alunos do 3º ciclo do ensino básico) baseado em questionários e grelhas de observação, como instrumentos de recolha de dados.

Os resultados obtidos no estudo a que nos propusemos, e que indicam que os alunos não lêem os textos associados aos módulos patentes na exposição, conduziram à realização de um segundo estudo.

O segundo estudo realizado, também com alunos do 3º ciclo do ensino básico, difere do primeiro pois em vez de efectuado um pré-teste foi testada a eficácia de um estímulo de leitura.

Apesar do carácter exploratório destes estudos, os principais resultados indicaram que como resposta ao estímulo testado, vários visitantes liam os textos associados aos módulos em busca da resposta.

No seu conjunto, a exposição e os estudos a ela associados pretendem contribuir para o aperfeiçoamento da relação Escola-Museu, para a melhoria da qualidade das visitas ao Exploratório e para uma melhor aprendizagem, pelos visitantes, dos temas centrais abordados na exposição.

Keywords: Non-formal Learning of Science, Museums and Science Centers, Hands-on activities and Texts, Reading Stimulus, Science Communication

Abstract

This study, conducted within the Master in Science of Education, specialty in Education and the Knowledge Society, at University of Coimbra, was developed at *Exploratório, Centro Ciência Viva de Coimbra*.

Initially it was intended to observe, describe and verify, the visitors behavior during a visit to a science exhibition in a non-formal learning environment, and test the reading comprehension of the texts associated with two interactive exhibits in the exhibition "*Em boa forma... com a Ciência*".

To achieve the objectives we set ourselves, a study was made (with students from the third cycle of basic education) based on questionnaires and observation grids, as instruments of data collection.

The results obtained in this study, which indicate that students do not read the labels associated with the exhibits available in the exhibition, led to a second study.

The second study, also with students from the third cycle of basic education, differs from the first, as there was not a pre-test, but a stimulus in reading.

Despite the exploratory nature of these studies, results indicate that in response to the stimulus tested, many visitors read the labels associated with the exhibits in the search for the answer.

Altogether, the exhibition and its associated studies are intended to contribute to the improvement of the relationship between the School and the Museum and to improve the quality of the visits to *Exploratório*.

Agradecimentos

Este trabalho revelou-se um desafio a vários níveis e se hoje assume esta forma é graças ao incentivo, apoio, compreensão e paciência de várias pessoas. A todas elas muito obrigada. Em especial, não posso deixar de agradecer:

À Professora Doutora Isabel Festas, minha orientadora por parte da F.P.C.E.U.C., por ter aceite colaborar neste projecto e por me ter acompanhado e aconselhado durante o seu desenvolvimento.

À Professora Doutora Helena Caldeira, minha orientadora por parte do Exploratório, que deu o mote inicial sem o qual esta investigação não teria decorrido e que me acompanhou e aconselhou durante o seu desenvolvimento.

À Direcção do Exploratório e, em especial, ao Professor Doutor Victor Gil, pelo incentivo e pelo tempo que permitiu que dedicasse a este projecto.

A toda equipa do Exploratório, em especial à Lina, Isabel e Clara, pelas revisões e sugestões e pela calma e incentivo que me foram transmitindo.

Aos alunos e professores que tornaram possível a concretização deste projecto.

Aos meus amigos, em especial à Paula e à Cilínia (sem as quais este percurso não teria sido o mesmo), ao Óscar, Veronique e João, por me terem ajudado a melhorar a qualidade do tempo dedicado a este trabalho.

Aos meus irmãos, pelo tempo que lhes era devido e que este trabalho absorveu.

Aos meus pais, pela paciência que tiveram e pela paz que me transmitiram. Espero que os conhecimentos sobre educação não formal que estes meses vos proporcionaram venham a ser úteis! ...

Sumário

| | |
|--|------------|
| PRÓLOGO | 1 |
| INTRODUÇÃO | 3 |
| CAPÍTULO 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO | 9 |
| CAPÍTULO 2 – ESTUDO EMPÍRICO | 43 |
| REFLEXÕES FINAIS | 108 |
| BIBLIOGRAFIA | 115 |
| ANEXOS | 121 |

Índice

| | |
|---|------------|
| PRÓLOGO | 1 |
| INTRODUÇÃO | 3 |
| CAPÍTULO 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO | 9 |
| Introdução | 9 |
| 1.1 Educação científica em contextos não formais | 12 |
| 1.2 Aprendizagem formal VS não formal | 15 |
| 1.3 Investigar a aprendizagem fora do contexto escolar | 18 |
| 1.4 Os Centros Interactivos de Ciência | 19 |
| A definição de Museu | 19 |
| 1.5 O Exploratório Infante D. Henrique, Centro Ciência Viva de Coimbra | 25 |
| 1.6 A exposição “Em boa forma... com a Ciência” e os módulos analisados | 28 |
| 1.7 Os módulos, seus objectivos e aplicação na saúde | 32 |
| CAPÍTULO 2 – ESTUDO EMPÍRICO | 43 |
| 1. Primeiro Estudo | 44 |
| 1.1 Metodologia de investigação | 44 |
| 1.2 Análise de Resultados | 49 |
| 1.3 Conclusões | 74 |
| 2. Segundo Estudo | 77 |
| 2.1. Metodologia de investigação | 77 |
| 2.2 Análise de resultados | 82 |
| 2.3 Conclusões | 105 |
| REFLEXÕES FINAIS | 108 |
| 1. Reflexões Finais e Conclusões | 108 |
| 2. Sugestões para futuras investigações | 110 |
| BIBLIOGRAFIA | 115 |
| ANEXOS | 121 |
| 1. Pré-Teste, 1º estudo | III |
| 2. Grelha de observação do módulo Caixa Ultravioleta | IV |
| 3. Grelha de observação do módulo Atero & Artero | V |
| 4. Pós-Teste, 1º estudo | VI |
| 5. As Tiras | VIII |

| | |
|---|------|
| 6. Pós-Teste, 2º estudo | IX |
| 7. Atero & Artero – Respostas às questões abertas | XI |
| 8. Caixa Ultravioleta – Respostas às questões abertas | XII |
| 9. Grelha de observação 1 | XIII |
| 10. Grelha de observação 2 | XIV |

Prólogo

Numa sociedade pós moderna como a de hoje, a cultura dá sentido e orientação à vida, permitindo ao Homem – enquanto ser individual e social – unificar os seus anseios pessoais em projectos colectivos. Apesar de cada um de nós ter o seu código genético (que nos define), nascemos sem instrução e em cada dia que passa enfrentamos novas batalhas, seja para procurar, definir, ou defender o nosso lugar na *POLIS*, seja para criar e realizar o nosso projecto de vida. A Educação (formal, não formal e informal) tem aqui um papel fundamental, permitindo ao Homem adquirir os conhecimentos e valores de que necessita para singrar na sociedade a que pertence, fazendo com que os tome como seus (Fernandes, 1999; Savater, 1997; Formosinho, 2007).

Actualmente o Homem enfrenta uma profunda mudança no seio da sociedade, das relações pessoais, à organização social, aos sistemas de comunicação. Este é um período de transição de paradigmas. É frequente o homem sentir-se alienado na sua própria humanidade. É emergente que se repensem os valores e finalidades do processo educativo, de modo a que os conhecimentos e valores que os jovens de hoje tomam como seus lhes permitam desempenhar de forma construtiva o seu papel no grande teatro que é a sociedade humana (Fernandes, 1999; Savater, 1997; Formosinho, 2007).

Desta forma, ao encarar o conhecimento e os valores como a base da nossa sociedade, em constante mudança, torna-se fundamental aprender ao longo da vida e esta aprendizagem ocorre em inúmeros cenários, não apenas na escola. Os Centros Interactivos de Ciência, como o Exploratório, local onde decorreu esta investigação, são locais de referência nesta busca constante pelo conhecimento.

Introdução

Para singrarmos na sociedade em que vivemos, temos que aprender a decifrar o mundo que nos rodeia. As ciências experimentais integram um conjunto de conhecimentos que nos ajudam nesse sentido. O seu objecto de estudo encontra-se fora, ou pelo menos maioritariamente fora, da sala de aula. Desta forma... há que sair (Páramo, 2001), e à nossa volta existem numerosos recursos, como os Centros Interactivos de Ciência (CIC), que não só são muito úteis como recurso para o ensino e aprendizagem das ciências experimentais, como também dificilmente podem ser substituídos pela sala de aula ou laboratório (Pedrinaci, 1998)

O Exploratório, local onde decorreu esta investigação, é um Centro Interactivo de Ciência (CIC), um espaço de aprendizagem não formal, complementar da escola, instituição de ensino formal por excelência.

A filosofia de um CIC assenta, entre outras, nas premissas de que a aprendizagem da ciência é um processo contínuo, que ocorre também através das experiências quotidianas (Rennie, 2003 cit. in Dorio et al, 2007; Dierking et al, 2003 cit. in Dorio et al, 2007).

Autores como Maxwell e Evans (2002, cit. in Dorio et al, 2007), reforçam esta ideia, afirmando que existem evidências de que as actividades manipulativas conduzem a uma melhor compreensão que a proporcionada pela mera observação.

Os CIC surgem, assim, como meios de aprendizagem dinâmicos (Barab e Karns, 2001 cit. in Dorio et al, 2007), proporcionando um meio rico e estruturado para adquirir conhecimentos científico-tecnológicos sem as restrições típicas de um ensino formal, e onde, através de uma actividade não sequencial, as escolhas dos participantes são múltiplas e variadas de acordo com os seus interesses e impulsos (Dorio et al, 2007).

Neste sentido, quando se debatem as melhores estratégias para tornar a ciência mais acessível, os CIC desempenham um papel importante num contexto

de aprendizagem não formal, oferecendo a oportunidade de estabelecer pontes entre a ciência e a educação, facilitando a actualização do público em geral (Rennie e Williams, 2002 cit. in Dorio et al, 2007) ao interligar conceitos teóricos e práticos, mostrando aplicações quotidianas da ciência através de uma pequena investigação pessoal (Quin, 1990 cit. in Dorio et al, 2007; Wellington, 1990 cit. in Dorio et al, 2007).

Este trabalho de investigação intitulado “Estímulos de leitura na exposição “Em boa forma... com a Ciência”: Dois exemplos e seu impacto”, surge da necessidade de analisar a interacção dos visitantes do Exploratório com os módulos da nova exposição aqui patente sobre o tema “*Em boa forma... com a Ciência*” no sentido de otimizar os módulos e a informação a eles associada e a forma como são organizadas as visitas de grupos escolares.

Este estudo foi realizado com a consciência de que, apesar dos consideráveis progressos que os museus e instituições afins têm tido relativamente à implementação de programas educativos para grupos escolares em visita de estudo, e apesar do apreço dos professores pelo seu valor educacional, existe vasta evidência que sugere que as experiências que os alunos têm nestes ambientes estão ainda aquém do que pode ser possível em termos do seu verdadeiro potencial de aprendizagem (Anderson et al, 2003).

Neste sentido, o objectivo inicial desta investigação era observar, descrever e verificar em termos de aprendizagem o comportamento dos visitantes durante uma visita a uma exposição de ciência num espaço de aprendizagem não formal, de forma a testar a compreensão na leitura dos textos associados a dois dos módulos interactivos presentes na exposição “Em boa forma... com a Ciência”.

Pretendia-se inicialmente, através deste estudo, compreender a aprendizagem nestes ambientes não formais, tendo como estratégia uma abordagem descritiva – interpretativa, holística, e centrada no indivíduo, não no grupo. Para tal foram escolhidos pela investigadora dois módulos interactivos da

exposição e elaborado um plano de trabalho de forma a avaliar os conhecimentos dos alunos, em relação aos conceitos abordados nos dois módulos seleccionados.

A avaliação dos conhecimentos dos alunos decorria em dois momentos: imediatamente antes e imediatamente depois da visita ao Exploratório. Entre esses dois momentos, existia um outro, em que o comportamento dos alunos era observado e que correspondia à visita efectuada.

Os resultados obtidos neste estudo apontaram para a não ocorrência de aprendizagem sugerindo a hipótese de tal acontecer devido à pouca atenção dada à leitura ou informação contida na exposição e conduziram à realização de um segundo estudo, em que foi testada a eficácia de um estímulo de leitura.

Neste sentido, os objectivos finais desta investigação foram, por um lado, observar, descrever e verificar em termos de aprendizagem o comportamento dos visitantes durante uma visita a uma exposição de ciência num espaço de aprendizagem não formal; e, por outro lado, testar o efeito de estímulos de leitura relativos às instruções contidas na exposição, aos painéis e às placas (ou ecrãs) de explicação dos dois módulos interactivos analisados.

A opção de recorrer a estímulos de leitura está de acordo com os conhecimentos provenientes da psicologia cognitiva, pois estimulam e orientam o visitante.

Esta dissertação divide-se em três capítulos:

No **capítulo 1** é efectuada a contextualização do estudo. Para tal é considerada a educação científica (formal, não formal e informal), tendo em atenção pontos comuns e diferenças entre a educação formal e não formal, e a possibilidade/necessidade de se interligarem, de se complementarem.

Neste capítulo também é abordado o conceito de Museu e a origem, objectivos e princípios dos Centros Interactivos de Ciência.

É apresentado, ainda, o Exploratório Infante D. Henrique, o CIC onde decorreu este estudo e a exposição “Em boa forma... com a Ciência”, na qual o estudo incidu.

No **capítulo 2** é descrito o estudo empírico efectuado, são expressas as razões da escolha dos módulos analisados, é fundamentada e definida a metodologia de investigação e são apresentados, analisados e discutidos os dados/resultados obtidos.

No último capítulo apresenta-se uma reflexão final sobre o trabalho desenvolvido e uma síntese das principais conclusões do estudo.

Capítulo 1 – Contextualização do estudo



Capítulo 1 – Contextualização do estudo

Introdução

“Según avanzo por la vida, día trás día, me voy convirtiendo cada vez más en un niño pasmado; no puedo acostumbrarme a este mundo, a la procreación, a la herencia, a la vista, al oído; las cosas más corrientes me son fuente de azoro. (...) forman un espectáculo com el que ninguna costumbre logra reconciliarme”

(Stevenson, cit. in Páramo, 2001)

Nós somos seres curiosos, herdeiros de milhares de anos de curiosidade, de perguntas e respostas emaranhadas, de incertezas e pequenas certezas que nos catapultam a novas perguntas...

“Porque é que não nascemos grandes?”, “Como é que o ozono foi fabricado?”, “Porque é que o sol é muito grande?”, “Como e porquê os cactos picam?”, “Porque é que existem as silvas? Só picam as pessoas...”, “Porque é que existe a trovoada? Só provoca incêndios...”, “O que é que foi o big-bang?”, “Como é que as bússolas apontam sempre o norte?”, “O que é que é a gravidade?”, “Porque é que os pássaros voam e as pessoas não?”, ...

Hoje em dia, a ciência encontrou resposta para várias destas questões. É, no entanto, frequente encontrar quem considere que o que estuda(ou) em química, física, geologia ou biologia tem apenas uma estreita relação com o meio exterior, não sendo estranho ouvir alguém afirmar que os conhecimentos científicos são perfeitamente inúteis (Pedrinaci, 1998). Porém, a realidade é que no séc. XXI, as sociedades que aspirem a protagonizar o seu desenvolvimento, a não ser meras colónias dependentes de outras, têm que empreender um grande esforço de educação na inovação e no acesso universal ao conhecimento científico e tecnológico. É essencial reconciliar as pessoas com o seu tempo, dotá-las de instrumentos e, sobre tudo de atitudes adequadas à revolução científica e à transição tecnológica (Páramo, 2001).

A velocidade vertiginosa das mudanças que presenciamos culmina assim na certeza de que o direito à educação não é algo que caduque ao terminar a infância, requer a existência de equipamentos flexíveis e dinâmicos, capazes de aproximar a ciência e as suas consequências dos cidadãos (Páramo, 2001). Como refere Martins (2006) *“A educação em Ciência, formal e não formal, deve orientar-se por princípios de literacia científica e ajudar a cultivar em cada um o gosto pela Ciência e pela importância desta no bem-estar e desenvolvimento humanos.”*

A ciência que aprendemos na sala de aula deve fornecer informação para que, no futuro, sejamos capazes de enfrentar desafios tecnológicos e afins (Lucas, 1983). Para atingir este fim, faz sentido que se efectue uma reforma do sistema de ensino formal, recorrendo, por exemplo, a técnicas de ensino não formal. Os CIC surgem como importantes recursos didácticos num contexto de ensino não formal. Mas para se levar a cabo esta mudança, é necessário compreender a aprendizagem que ocorre num CIC.

Dos estudos realizados até 2004, Griffin (2004) depreende que o valor das visitas de estudo é equívoco e aparentemente específico do contexto, que a preparação aumenta as oportunidades de aprendizagem, em especial se envolver a integração da aprendizagem no museu e na escola e fornece oportunidades para envolvimento dos estudantes. Estas conclusões fornecem uma plataforma e a necessidade de pesquisa mais profunda e extensiva.

Desde 1994 que a área dos museus tem assentado de forma mais firme em padrões que enfatizam a importância de relações de sucesso com as suas audiências. O papel educativo do museu tem-se tornado mais significativo, pois não só foi reconhecido como passou da simples transmissão de informação para a oferta da possibilidade de construção com relevância pessoal (Hooper-Greenhill, 2002).

A investigação específica sobre aprendizagem dos alunos em visitas de estudo cresceu nas últimas duas décadas, como se pode comprovar ao rever publicações e bases de dados relacionadas com o ensino das ciências e a educação não formal através destes centros. A este crescimento vem associada uma mudança de ponto de vista, que passa a estar mais centrado na aprendizagem individual dos alunos e não no grupo como entidade. A

incorporação da perspectiva sociocultural da aprendizagem bem como um maior ênfase nos processos de aprendizagem e na sua facilitação tem-se verificado. As ideias dos estudantes têm sido alvo de atenção e não detalhes do programa de visita (Griffin, 2004; Pérez e Molíni, 2004; Cuesta et al, 2000).

Apesar de se terem desenvolvido vários estudos sobre aprendizagem em museus na última década, muita da pesquisa tem sido descritiva. Falta-lhe uma base teórica. Autores como Anderson et al (2003) e Hooper Greenhill (2002) propõem a visão construtivista da aprendizagem como base para a pesquisa nesta área. Esta teoria reconhece os conhecimentos prévios de cada um e o seu envolvimento, de forma activa, na construção do seu próprio conhecimento durante a visita a um museu. Por esta perspectiva, o conhecimento é relativo, será subjectivamente revisto e usado, e a aprendizagem é por isso imprevisível. A responsabilidade da aprendizagem tende mais para o lado do aprendiz. A responsabilidade do professor é preparar ambientes de aprendizagem apropriados, agir como um mentor experiente, ajudar a desenvolver capacidades e fornecer oportunidades para testar e modificar os significados e interpretações individuais. Embora haja “desafios” a esta aproximação construtivista, e a noção de aprendizagem pessoal não tenha que ser “temperada” com uma consciência das limitações e possibilidades que estruturam as comunidades de interpretação a que os aprendizes pertencem, estes pontos de vista têm ganho credibilidade na área dos museus.

Uma das grandes questões que surge ao considerar a aprendizagem nos CIC, é se realmente ocorre aprendizagem ou apenas jogo e diversão. Embora haja opiniões contra (Shortland, 1987, cit. in Cuesta et al, 2000) a maioria dos autores considera que no contexto de um CIC jogo e aprendizagem não são conceitos/actitudes opostos. As conclusões de vários investigadores assentam na premissa de que a aprendizagem se manifestará, quem sabe, mais adiante, com o amadurecimento da mente, ou ao estudar coisas novas (Cuesta et al, 2000).

1.1 Educação científica em contextos não formais

“A educação é considerada um bem fundamental promotor de desenvolvimento, pelo que accionar mecanismos que permitam o acesso de todos a níveis de literacia aceitáveis no mundo contemporâneo, é um dos objectivos da Declaração do Milénio das Nações Unidas”.

(Martins, 2006)

A palavra educação deriva dos termos latinos *educare* (alimentar) e *educere* (extrair) (Gomes, 2000, cit. in Pereira, 2007). Esta polissemia é um primeiro reflexo da complexidade da educação.

Hoje em dia podemos afirmar que “A complexidade da educação reflecte-se (...) mais que em tudo, na diversidade das teorias contemporâneas da educação” (Pereira, 2007) e, muito embora a premissa de que a educação apenas ocorre na sala de aula ainda domine – a nível governamental – o debate sobre como melhorar a educação das ciências (Nature, 2010), a realidade é que a nossa contemporaneidade foi invadida de tal forma por fenómenos como o da globalização que se tornou urgente uma nova configuração do Sistema Educativo.

As novas tecnologias da informação, que permitem a comunicação imediata entre sujeitos e organismos geograficamente distantes, representam um dos fenómenos que vêm deitar por terra as utopias educativas que formataram a modernidade.

As evidências que resultam de estudos efectuados sugerem fortemente que a maioria do que o público em geral sabe sobre ciência é captado fora da escola, através, por exemplo, de programas de televisão, *websites*, artigos de revistas, visitas a zoológicos e museus – e mesmo através de *hobbies* como jardinagem e observação de aves (Nature, 2010). Urge assim a necessidade de criação de um novo humanismo pedagógico, a reformulação das referências educativas e normativas da modernidade. Neste sentido, Martins (2002) afirma que “O que é realmente importante para a compreensão da Ciência é a aprendizagem que cada indivíduo for conseguindo construir ao longo da sua vida. Para isso contribuirão

todas as situações de ensino (...) com que se vier a confrontar. No entanto, a ocorrência de umas e de outras na vida de cada um não é equivalente.”.

Surgem neste contexto três modalidades da educação: formal, não formal e informal.

A **educação formal** ocorre em ambiente escolar. É altamente institucionalizada, cronologicamente graduada e hierarquicamente estruturada de acordo com as políticas educativas vigentes. Estende-se desde os primeiros anos da escola primária aos últimos anos da universidade (Pérez e Molíni, 2004; Coombs e Ahmed, 1975, cit. in Bento, 2007; Martins, 2002).

A **educação não formal** decorre de actividades organizadas, sistemáticas, de cariz educativo. Estas actividades têm lugar fora do sistema oficial (ambiente escolar), em locais como museus e CIC, e têm como finalidade facilitar certos tipos de aprendizagem a determinados subgrupos da população, que podem ou não estar a frequentar o ensino formal. Tem um carácter não obrigatório e pretende atingir um público heterogéneo (Pérez e Molíni, 2004; Coombs e Ahmed, 1975, cit. in Bento, 2007; Martins, 2002). O conceito de educação não formal surge como consequência do reconhecimento de que a educação não pode considerar-se como um processo limitado no tempo e no espaço, confinado às escolas e medido pelos anos de frequência (Pérez e Molíni, 2004; Coombs e Ahmed, 1975, cit. in Bento, 2007; Martins, 2002).

O processo de **educação informal** ocorre de forma espontânea, dura toda a vida e é resultado da aquisição e acumulação de conhecimentos, habilidades e atitudes, que derivam das nossas experiências diárias e da relação com o meio ambiente. Por tudo isto é, de todas, a forma de aprendizagem menos programável (Pérez e Molíni, 2004; Coombs e Ahmed, 1975, cit. in Bento, 2007; Martins, 2002).

Estas três vias para a educação complementam-se, pelo que devemos prestar atenção a cada uma delas (Martins, 2002).

É verdade que os processos de educação científica informal e não formal são “questionáveis/não fiáveis”, *ad hoc*, e dependentes de “caprichos individuais”, mas por outro lado são também persistentes, cumulativos e cativantes. Desta forma e apesar dos óbvios perigos da aprendizagem auto-orientada (*self guided learning*) – começando pela grande quantidade de informação errada, superficial e pseudociência disponível em fontes como a internet – vários investigadores chegaram à conclusão de que as pessoas geralmente pesquisam e aplicam informação sobre assuntos que lhes interessam, atribuindo o poder da educação informal e não formal à sua natureza pessoal e idiossincrática (Nature, 2010).

Contudo, e apesar de anos de investigação, há ainda muito que os investigadores não compreendem sobre aprendizagem informal e não formal das ciências. Esta parece ser cumulativa, mas qual a forma como as pessoas integram as várias peças do conhecimento que adquirem em diferentes tempos e espaços? E como pode alguém avaliar o resultado geral? Além de medir factores cognitivos, tais como o ganho de vocabulário ou a capacidade de aplicar uma fórmula, a aprendizagem informal e não formal necessita de uma métrica de variáveis afectivas, tais como atitudes, interesses e comportamentos. Com que eficácia as pessoas aprenderam a pensar por elas, por exemplo? E qual a sua capacidade de “pesar (*weighing-up*) evidências” e efectuar/elaborar questões críticas? (Nature, 2010).

A investigação nesta área deve ser encorajada e expandida. Encontrar o equilíbrio certo entre a educação científica formal e não formal não é fácil, mas a resposta não está apenas na reduzida fracção da vida que as pessoas passam na escola. Os decisores políticos devem começar a olhar para modelos alternativos (Nature, 2010).

1.2 Aprendizagem formal VS não formal

Se se pretender, por exemplo, aproximar para o ambiente escolar, os métodos de ensino das ciências promovidos nos contextos não formais – onde os alunos parecem estar muito mais motivados –, ou evitar uma compartimentação das aquisições alcançadas por uma ou outra via, ou ainda evitar a abordagem de conflitos entre ambas, torna-se clara a necessidade de inter-relacionar ambos os tipos de aprendizagem (Wellington, 1991, cit. in Oliva et al, 2004).

Para isso é necessário, antes de mais, identificar as características de cada um deles, de forma a estabelecer “alguma” coerência:

“Em que pontos coincidem? Em que aspectos divergem?”.

Astor-Jack et al (2007) entrevistaram quatro profissionais da área do ensino formal e quatro profissionais da área do ensino não formal, tendo elaborado um estudo no sentido de definir o que estes profissionais entendem por desenvolvimento profissional (DP) efectivo e em que bases definem os seus programas, com o objectivo de desenvolver um currículo comum a nível regional (numa região metropolitana do Oeste dos Estados Unidos da América).

Na tabela 1 resumem-se os principais resultados deste estudo.

Tabela 1 – Resumo de semelhanças e diferenças de DP de acordo com o ponto de vista de profissionais da área do ensino formal e não formal (traduzido/adaptado de Astor-Jack et al, 2007)

| Recurso | Semelhanças e diferenças | Instituições de ensino Formal | Instituições de ensino não formal |
|---|---------------------------------|--|--|
| Uso da linguagem e significados | <i>Semelhanças</i> | O inquérito é uma estratégia de ensino | |
| | Diferenças | Uso coerente da linguagem | Uso variado da linguagem |
| Atitude do professor como resultado do DP | <i>Semelhanças</i> | Ensino efectivo do conteúdo e da pedagogia: Instrução baseada na investigação | |
| | Diferenças | O professor muda como resultado de uma mudança no conhecimento, prática, crenças; o professor como ponto de partida da mudança | O professor muda como resultado do à vontade com o conhecimento, práticas, crenças; o aprendiz como ponto de partida da mudança |
| Recursos para o ensino e aprendizagem no DP | <i>Semelhanças</i> | Aproximação construtivista ao DP, tal que os professores têm que construir eles próprios o material e adaptá-lo às suas turmas | |
| | Diferenças | Os peritos são o principal recurso; foco na área do conteúdo como resultado da pesquisa de especialistas | Interacções de “mãos na massa” com os objectos/módulos são o principal recurso; objectos reais como ferramentas para comunicar ciência |
| A determinação do conteúdo e oferta do curso | <i>Semelhanças</i> | Professores – formal ou informalmente envolvidos na determinação | |
| | Diferenças | Factores variados, como por exemplo, livros didácticos, estrutura de disciplina científica. Menos flexível em relação à personalização e foco interdisciplinar | Área de conforto dos colaboradores: pedidos a nível regional. Flexível em relação à personalização e foco interdisciplinar |

Outros autores, como Wellington (1991, cit. in Oliva et al, 2004) e Bento (2007) elaboraram tabelas que procuram diferenciar as características dos ambientes de aprendizagem formal e não formal (tabelas 2 e 3).

Da forma como Wellington (1991, cit. in Oliva et al, 2004) e Bento (2007) os expõem, ambos os perfis manifestam características claramente opostas; o que torna difícil adaptar um ao outro. Surge então a possibilidade de considerar ambos como realidades distintas, embora interconectáveis, utilizando o primeiro como recurso didáctico do segundo (Oliva e Matos, 2000, cit. in Oliva et al, 2004).

Tabela 2 – Aprendizagem científica em ambientes formais e não formais (traduzido/adaptado de Wellington, 1991, cit. in Oliva et al, 2004)

| Aprendizagem não formal (Informal Learning) | Aprendizagem formal |
|--|---|
| Voluntária | Obrigatória |
| Fortuita, desestruturada e não sequenciada | Estimulada, estruturada e sequenciada |
| Não avaliada nem certificada | Avaliada e certificada |
| Guiada pelo que aprende e centrada naquele que aprende | Guiada pelo professor e centrada no professor |
| Não planificada | Planificada |
| Muitos efeitos indesejáveis | Muito poucos efeitos indesejáveis |
| Centrada em aspectos sociais | Menos centrada em aspectos sociais |
| De pouca “utilidade”* | De grande “utilidade”* |
| Não dirigida nem regrada | Regrada e dirigida (controlada) |

*Refere-se aqui ao partido que o sujeito dela pode extrair

Tabela 3 – Diferenças entre dois tipos de aprendizagem: formal e não formal (Bento, 2007)

| Aprendizagem não formal | Aprendizagem formal |
|--|---------------------------------------|
| Holístico | Focado numa só capacidade (cognição) |
| Contextualizado | Descontextualizado |
| Baseado na actividade e na experiência | Espectador passivo |
| Depende de outras actividades | Um fim em si próprio |
| Activado por aprendentes individuais | Estimulado por professores/formadores |
| Muitas vezes colaborativo/colegial | Individualístico |

Neste sentido, surgem estudos como o de de Rix e McSorley (cit. in Oliva et al, 2004) e de Dorio et al (2007), em que se explora o papel na aprendizagem dos alunos dos “minicentros” de ciências interactivos que começam a desenvolver-se em algumas escolas com fins didácticos, tendo concluído que o seu trabalho mostra contribuições positivas em âmbitos distintos, entre os quais se destacam as atitudes positivas face à ciência. O público considerou que a exposição foi uma fonte útil de informação, que mostrava aplicações quotidianas da ciência e que nela se podia aprender algo novo. Estes autores assinalam que o entusiasmo desenvolvido nas crianças proporciona ao professor de ciências uma oportunidade única para tirar partido das experiências interactivas num contexto mais académico. Na mesma direcção, Oliva et al (2004) cita o trabalho de Lucas (2000), em que se justifica e detalha a criação pelos alunos de um “mini-centro” de ciências na sala de aula, como parte de uma visita a um centro de ciências.

Existe assim hoje a consciência de que as quatro paredes de uma sala são um importante local de aprendizagem, mas esta não se restringe a esses ambientes (Kisiel, 2003).

1.3 Investigar a aprendizagem fora do contexto escolar

Bento (2007) afirma que, apesar de a educação não formal se ter tornado parte do discurso internacional em políticas educativas no final da década de sessenta, a adaptação dos sistemas educativos formais às mudanças socioeconómicas à sua volta foi muito lento. Este autor atribui este facto ao conservadorismo e à inércia das próprias sociedades.

A sociedade pós industrial e o discurso de “aprendizagem ao longo da vida” vieram despoletar um novo interesse no conceito de educação não formal (Bento, 2007), e a conferência da *National Science Foundation-funded: “Public Institutions for Personal Learning: Understanding the Long-term Impact of Museums”*, que teve lugar em Annapolis em 1994 (Falk e Dierking, 1995), resultou num importante contributo para o estabelecimento de uma agenda razoável e útil para pesquisa na área da aprendizagem da ciência fora do ambiente escolar, tendo em conta as dimensões física, social e pessoal da aprendizagem (Rennie et al, 2003).

No sentido de concretizar a premissa de que a investigação na área da Pedagogia deve incluir mais do que a aprendizagem que ocorre na escola (Dierking et al, 2003), o conselho de administração da Associação Nacional Americana de Pesquisa na Área da Ciência e Ensino (NARST)¹, estabeleceu um comité *Ad Hoc* de Aprendizagem Não Formal, cuja tarefa era definir a posição da organização no que concerne à Educação das Ciências fora do ambiente escolar. Surgiu assim uma *policy statement* que define esta área de investigação, descreve uma variedade de espaços/ambientes de aprendizagem fora da escola em que a aprendizagem das ciências ocorre, identifica questões relacionadas com a condução da investigação nesta área, faz recomendações para a criação de uma comunidade de investigadores e para facilitar oportunidades de

¹ *National Association of Research in Science Teaching (NARST)*

colaboração com outras áreas de pesquisa na NARST (Dierking et al, 2003). Este movimento tem como objectivo obter respostas para a questão “Como compreender melhor a aprendizagem que ocorre num Centro Interactivo de Ciência (CIC)?” (Barriault, 1999).

Apesar destes esforços, Tran (2006, 2008) alerta para a necessidade de profissionalização da actividade dos Educadores dos Museus. O estabelecimento do seu trabalho como profissão requer um período de treino, para que possam, de forma cada vez mais eficaz, cumprir o seu objectivo primário: a promoção do interesse na ciência e na sua aprendizagem, para que alunos, pais e professores sejam cativados, queiram saber mais, aproveitem a oportunidade de aprender num ambiente “casual”, sem que dele resulte uma avaliação e que voltem ao museu.

1.4 Os Centros Interactivos de Ciência

"Science museums and other informal science education institutions are places where people can meet science—informally, directly, and on their own terms. Science museums thus serve as a bridge between the everyday world of the visitor and the world of science and natural phenomena."

(Dierking e Pollock, 1998)

A definição de Museu

"A museum is a non-profit, permanent institution in the service of society and its development, open to the public, which acquires, conserves, researches, communicates and exhibits the tangible and intangible heritage of humanity and its environment for the purposes of education, study and enjoyment."

(ICOM, 2007)

É assim que o *International Council of Museums* (ICOM) define Museu². Esta definição é uma referência na comunidade internacional e tem evoluído, a par com os desenvolvimentos da sociedade.

² Definição dada em 2007, na 21ª Conferência Geral em Viena, Áustria

Para além das instituições designadas de “Museus”, várias outras se qualificam como Museus pelo propósito desta definição. Os CIC estão entre elas.

Alguns autores como McManus (1992) classificam os Museus de Ciência, de acordo com a sua evolução em termos de finalidades e características. Surgem assim os:

Museus de Primeira Geração

Os tradicionais Museus de Ciência, em que as colecções são apresentadas em expositores e é enfatizada a herança científica cultural através de artefactos experimentais.

O Museu de Física da Universidade de Coimbra, que hoje faz parte do Museu da Ciência da Universidade de Coimbra, era um exemplo de um museu deste tipo.

Museus de Segunda Geração

Foram originariamente estabelecidos para ir de encontro às necessidades práticas da indústria, tendo surgido com a revolução industrial. As suas colecções eram usadas como recurso didáctico na formação de operários e *designers*.

O primeiro Museu deste tipo, o *Conservatoire des Arts et Métiers*, foi estabelecido em Paris em 1974.

Museus de Terceira Geração

Este tipo de Museus, onde se incluem os CIC, privilegia a transmissão de ideias e conceitos científicos, e não a contemplação de objectos ou a história dos desenvolvimentos científicos.

O Exploratório enquadra-se neste tipo de Museu.

"Del lema "prohibido tocar" se há pasado al lema "prohibido no tocar", del concepto votrina se ha evolucionado a la idea de experimento, de la etiqueta académica se ha derivado hasta el texto de calidad literaria, de contar com el sentido de la vista como única via de percepción se ha pasado as disponer de la totalidad del sensorium (o casi), el acento ha pasado de la preparación de

respuestas a la preparación de preguntas, del amor exclusivo al pasado se ha pasado a un deseo de utilizar el museo como un útil de cambio."

(Wagensberg, cit. in Pedrinaci, 1998)

Os CIC distinguem-se assim dos Museus de Ciência clássicos na medida em que são mais do que uma colecção de objectos a contemplar. Quem visita um CIC tem a possibilidade de realizar experiências que lhes permitem explorar ideias científicas de forma divertida e interactiva (Barriault, 1999).

Os CIC tornaram-se um fenómeno global. Dois dos primeiros Museus de Terceira Geração foram o *Palais de la Découverte*, que abriu as portas em 1937, em Paris e o *Exploratorium* de São Francisco, fundado e dirigido por Franck Oppenheimer, (o irmão do “pai da primeira bomba atómica”), em 1969 (McManus, 1992; Burnet, 2007). Actualmente existem, em Portugal, vinte CICs (CiênciaViva, 2010), e entre eles encontra-se o Exploratório Infante D. Henrique – Centro Ciência Viça de Coimbra.

Historicamente, a missão dos CIC não se encontra ligada a um currículo específico, existindo para inspirar um interesse e apreciação pela ciência e um desejo de explorar conceitos científicos ao longo da vida. De entre as prioridades dos CIC, estão: (1) tornar possível, para os visitantes, a livre exploração dos módulos e programas que a isso apelem e (2) disponibilizar experiências não disponíveis em contexto escolar (Schatz).

“Passamos de uma estratégia direta, iniciada a partir dos conteúdos e que privilegia o emissor, a uma estratégia de inspiração indireta baseada na relação e que privilegia o receptor; em outras palavras, passamos de uma lógica de difusão a uma lógica de comunicação na qual a eficácia se valora com base na recepção.”

(Fayard, 1999, cit. in Marandino et al)

Conscientes de que o processo de aprendizagem nos museus tem características específicas (realiza-se de forma espontânea, individualizada e não

pode ser imposto, já que cada pessoa chega com uma bagagem de conhecimentos, experiências, atitudes e interesses muito diferentes (Hein, G., 1998, cit. in Cuesta et al, 2000), surge a questão: “Dentro da educação em ciências, que objectivos se alcançam, preferencialmente mediante a visita a um CIC?”. De acordo com Cuesta et al (2000), actualmente há uma tendência, nas reformas educativas de alguns países, para diferenciar três tipos de objectivos: conceptuais, procedimentais e atitudinais. Se estes museus servem para educar, devem contribuir para alcançar todos ou alguns deles.

O trabalho realizado por Wellington (1990, cit. in Cuesta et al, 2000) tem várias considerações a este respeito, tendo chegado à conclusão de que um CIC contribui de alguma forma para os três âmbitos sendo mais significativo o seu efeito nos domínios procedimental e atitudinal.

Dentro do âmbito cognitivo, Wellington distingue entre o conhecimento do “quê”, do “como” e do “porquê”, e afirma que os CIC, na prática, contribuem quase exclusivamente para o conhecimento do “quê” e raramente do “como” e do “porquê” ocorrem os fenómenos. Este autor afirma que “as crianças, quando visitam um CIC, vêm e fazem muitas coisas num curto intervalo de tempo; algumas delas, sem dúvida, aflorarão semanas, meses e mesmo anos mais tarde e portanto, mesmo que a contribuição dos CIC não seja imediata e directa, pode ter um efeito indirecto. Opiniões similares têm autores como (Hein, 1998, cit. in Cuesta et al, 2000; Ramey-Gassert et al, 1994, cit. in Cuesta et al, 2000).

No caso do âmbito procedimental, estes museus contribuem muito positivamente para o desenvolvimento de capacidades de manipulação, destreza manual, coordenação entre as mãos e a vista, etc., mas é talvez no domínio afectivo que têm maior influência. Esta área compreende o desenvolvimento do interesse, da motivação, o desejo de aprender, a criatividade, ... Muitas vezes estes valores não têm sido suficientemente valorizados no ensino tradicional, pelo menos de forma explícita. Hoje em dia, sem dúvida, são muito apreciados como factores de aprendizagem, tanto formal como não formal (Cuesta et al, 2000).

De acordo com Cuesta et al (2000), alguns factores que influenciam a aprendizagem são: as ideias prévias dos visitantes; as características da exposição; a preparação e realização da visita e a interacção social.

Ideias prévias dos visitantes

As exposições interactivas que abundam nos CIC são um meio importante para explicitar os pré-conceitos e observar a mudança conceptual que poderá produzir-se. Os estudos de Feher e Rice (1990, cit. in Cuesta et al, 2000) sobre as concepções de crianças acerca da luz e cor, levaram-nos a concluir que a aprendizagem se realiza mediante níveis de profundidade nos quais as ideias prévias do visitante entram em conflito com os resultados obtidos ao manipular o módulo. Isto conduz à busca de novas explicações, que podem proporcionar uma aprendizagem significativa. Neste âmbito há também a referir o trabalho desenvolvido por Santos (1996), em que a autora explorou a utilidade de um museu de escola no ensino-aprendizagem da física.

As características da exposição

Os módulos das exposições não atraem de igual forma todos os visitantes. Embora em alguns haja sempre alguém interessado, outros parecem não receber uma grande atenção do público. Cuesta et al (2000) defende que o impacto educativo dos módulos de um museu pode ser expresso em três níveis: PODER DE ATRACÇÃO, a percentagem de visitantes que param e observam o módulo durante 5 segundos ou mais; PODER DE RETENÇÃO, a quantidade de tempo empregue pelos visitantes observando ou interagindo como módulo; NÍVEL DE IMPLICAÇÃO, o grau em que o visitante presta atenção ao módulo, observando-o, lendo os painéis, interagindo ou discutindo os detalhes com outra pessoa. Estes níveis estão fortemente relacionados com o grau de interactividade do módulo (Cuesta et al, 2000).

A preparação e realização da visita

Um dos aspectos de maior importância é a influência que pode ter na aprendizagem das crianças e jovens a preparação da visita, se bem que as

investigações levadas a cabo sobre este tema não sejam suficientes para poder obter uma conclusão definitiva. Os aspectos mais estudados têm sido a incidência da preparação nos conhecimentos por um lado e nas atitudes, por outro. O trabalho tem-se desenvolvido em geral mediante testes prévios à visita, pós-testes e em alguns casos, novos questionários depois de passado algum tempo. Entre os estudos realizados pode-se destacar o efectuado no CIC finlandês Heureka por H. Salmi (1990, cit. in Cuesta et al, 2000) e cujos resultados indicam que as lições prévias favorecem a aprendizagem cognitiva, já que nelas se podem detectar os pré-conceitos com que os alunos chegam aos museus e tentar modificá-los quando necessário. Considera-se também que a realização de um pré-teste é suficiente para aumentar o interesse e obter aprendizagens que de outra forma não teriam tido lugar. Além disso, em alguns casos está a tentar-se reduzir o chamado “efeito novidade” mediante um vídeo ou sessão orientadora sobre o centro a visitar, de forma que a visita ao museu diversifique a actividade de exploração e aumente o tempo em que se exploram os módulos; se bem que os resultados estejam a ser satisfatórios é cedo para generalizar (Kubota e Olstad, 1991, cit. in Cuesta et al, 2000). A reflexão sobre a visita é um aspecto a ter em conta. Depois da visita dever-se-á discutir o que se descobriu no museu, comparar dados e ideias, analisar se se atingiram os objectivos definidos, relacionar a informação com outros conhecimentos e situações e resumir as conclusões gerais do grupo (Cuesta et al, 2000).

A interacção social

Hoje em dia está a dar-se grande atenção à importância da interacção entre os visitantes. Este tipo de relações é considerado fundamental no processo cognitivo. Nas investigações efectuadas a este respeito tem-se verificado que os visitantes de menor idade descobrem mediante a acção, enquanto os adultos utilizam mais os textos que acompanham os módulos. Esta forma de agir favorece a verbalização, que é muito importante na assimilação de conhecimentos (Benlloch e Williams, 1998, cit. in Cuesta et al, 2000).



1.5 O Exploratório Infante D. Henrique, Centro Ciência Viva de Coimbra

O Exploratório é um Centro Interactivo de Ciência, um espaço de aprendizagem não formal, complementar da escola e que procura ilustrar como a ciência pode ser acessível e fascinante.

O Exploratório foi constituído como associação sem fins lucrativos, em Novembro de 1995 por iniciativa do Centro de Iniciação Científica da Universidade de Coimbra, único sobrevivente de uma proposta, em 1991, do então Instituto Nacional de Investigação Científica, que visava a criação de uma rede de Centros Interactivos em Portugal.

O Exploratório abriu ao público a sua primeira exposição permanente de 60 módulos interactivos e um planetário insuflável, a partir de fins de 1995, num espaço da Casa Municipal da Cultura entretanto recuperado para o efeito, contando com a colaboração de estudantes do ensino superior de Coimbra e de professores do ensino secundário e pré-escolar destacados pela Direcção Regional de Educação do Centro.

Em 2009, o Exploratório passou a dispor de um edifício próprio, no Parque Verde do Mondego. O novo centro, localizado na margem esquerda do Rio Mondego, é composto por exposições interactivas permanentes (incluindo módulos de exterior), planetário, auditório, experimentário, ciberespaço, loja, cafetaria e oficinas (onde são construídos vários dos módulos que integram as exposições).



De forma a contribuir para a compreensão pública da ciência, a exposição permanente de módulos interactivos foi elaborada tendo em conta a vertente didáctica. Junto a cada módulo existe informação escrita: uma rodela ou um ecrã de computador com o nome, instrução e explicação científica da experiência e um painel onde estão patentes ligações com aplicações da ciência na saúde.

Ao elaborar a exposição, a equipa do Exploratório teve em atenção estudos como o de Gammon (1999), em que este autor afirma que, se possível, os visitantes de um CIC, durante o período da visita, não lêem textos. Existem visitantes que o fazem, mas só se estiverem motivados.

O que normalmente acontece é que os visitantes, se tiverem oportunidade, tentam resolver as coisas por eles, ignorando as instruções, fazendo aquilo a que o *design* do módulo lhes apela. Isto, regra geral, significa fazer o que é fácil e divertido, o que aprenderam em experiências anteriores com equipamento semelhante. Verifica-se também que os visitantes tendem a observar os outros e agir da mesma forma face a uma dada experiência (Gammon, 1999).

Estes factos não significam que não deva haver textos associados aos módulos interactivos, pois é necessário que os visitantes saibam o que é suposto fazer. Esses textos devem ser concisos, colocados o mais junto possível do módulo e na linha de visão do visitante enquanto este realiza a experiência, devendo haver um forte incentivo para que os visitantes os leiam. Quanto ao nome dos módulos, este pode fornecer informação útil, devendo ser claro e não ambíguo. O título é a única parte do texto que é provável que o visitante leia, pelo que idealmente



deveria fornecer um esboço do que é o módulo e do que terão que fazer (Gammon, 1999).

Com o objectivo de oferecer actividades experimentais alternativas às previstas nos programas escolares, e também metodologias inovadoras, o Exploratório permite a realização de visitas destinadas ao ensino-aprendizagem de tópicos curriculares dos ensinos básico e secundário:

- Aulas de “Astronomia”, para alunos do 7º ano;
- Aulas de “Luz e visão”, para alunos do 8º ano;
- Aulas de “Reprodução e manipulação da fertilidade” e “Património genético” para alunos do 12º ano.

Outra das preocupações do Exploratório é a avaliação das actividades desenvolvidas, que aliada à investigação educacional sobre compreensão da ciência pelo público, tem decorrido desde a sua génese.

Este trabalho de investigação, intitulado *Estímulos de leitura na exposição “Em boa forma... com a Ciência”: Dois exemplos e seu impacto* é o primeiro a ser desenvolvido tendo como base a nova exposição aqui patente intitulada “Em boa forma... com a Ciência”, uma exposição interactiva onde são explorados cruzamentos entre as ciências básicas e a saúde.

A experiência vivida por colaboradores do Exploratório, como Caldeira (2006), que desde a sua génese têm acompanhado este projecto, tem-lhes permitido verificar a geração de um grande entusiasmo sobre a divulgação da ciência em Portugal, a diferentes níveis e em diferentes tipos de instituições. No entanto, como afirma Caldeira (2006) “Não basta dedicação e boa vontade: a tarefa é árdua e exige muito saber, investigação e avaliações constantes.”.










1.6 A exposição “Em boa forma... com a Ciência” e os módulos analisados

Neste ponto é efectuada uma breve introdução à exposição “Em boa forma... com a Ciência”.

A exposição “Em boa forma... com a Ciência” foi elaborada pela equipa do Exploratório. Esta exposição inclui experiências que estavam patentes na antiga exposição – cujo tema era “A física na vida” –, como é o caso do módulo Caixa Ultravioleta, usado neste estudo, e experiências novas, como é o caso do módulo Atero & Artero, o outro módulo usado neste estudo.

Na altura em que decorreu esta investigação, a exposição era constituída por 63 módulos interactivos, distribuídos por oito ilhas (ver tabela 4 e figura 1), que pretendem de uma forma lúdica, coerente e apelativa, proporcionar ao visitante o conhecimento de alguns dos fundamentos científicos e relações entre as ciências básicas e a saúde.

Tabela 4 – Ilhas temáticas da exposição “Em boa forma... com a Ciência”

| | Ilha | Sinopse | Número de módulos |
|---|---|--|-------------------|
| 1 |  Zoo...m à flor da pele | <i>O mundo dos pequenitos: do átomo à célula</i> | 5 |
| 2 | <i>Logo atrás da fecheada</i>  | <i>Parado é que não: forças e movimentos...músculos e ossos</i> | 8 |
| 3 |  <i>Instrumentos de sopra... vital</i> | <i>Saber soprar: oxigénio e energia</i> | 5 |
| 4 | Redes viárias  | <i>Entregar no destino: líquidos em circulação</i> | 15 |
| 5 |  Restauração | <i>Crescer e renovar: água e a companhia dos nutrientes</i> | 8 |
| 6 | (em desenvolvimento) | <i>Risco, precaução e contra-ataque: defesas próprias e ajuda exterior</i> | |
| 7 | Central de comando  | <i>Uma questão de impulso: neurónios e iões</i> | 18 |
| 8 |  Em princípio... e os genes | <i>Como tudo começa: fecundação e desenvolvimento; o papel dos genes</i> | 4 |
| | TOTAL | | 63 |

Na figura 1, é apresentado um esquema da exposição “Em boa forma... com a Ciência”, em que se encontram representadas a forma como está dividida por ilhas e a localização de cada um dos módulos patentados. Na figura 2 encontra-se uma imagem do painel de entrada da exposição.

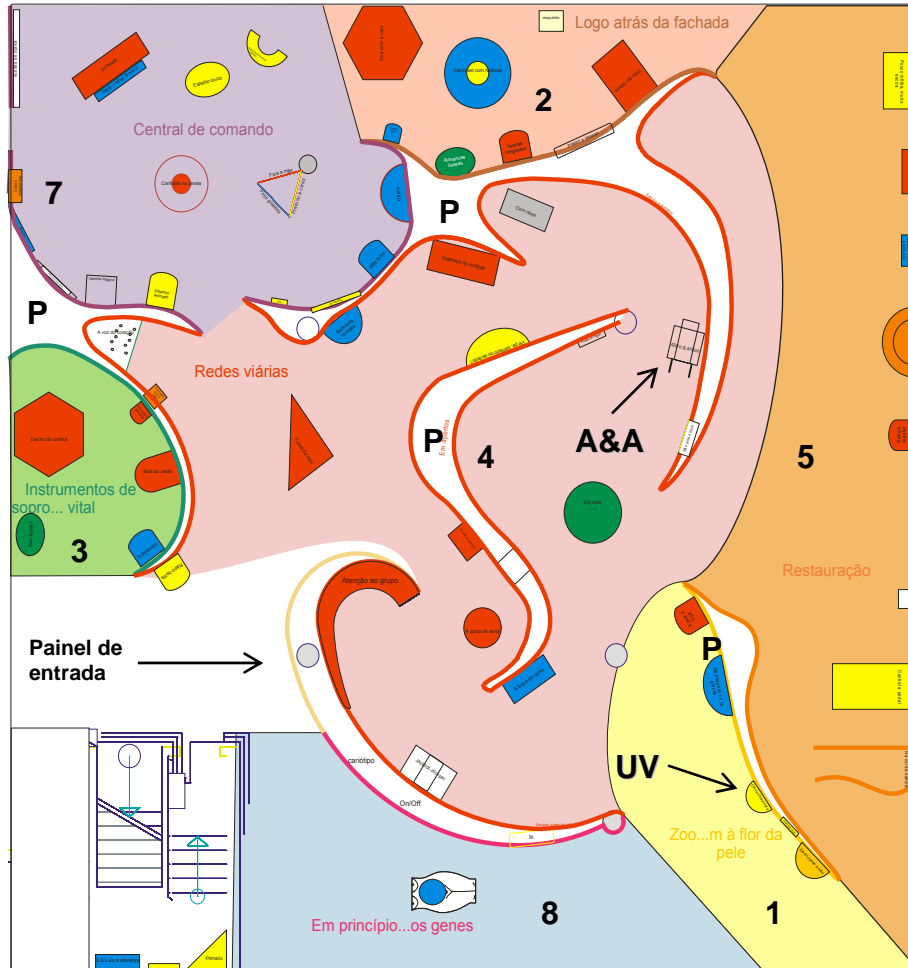


Figura 1 – Esquema da exposição “Em boa forma... com a Ciência”, em que os números 1 a 8 correspondem à localização de cada uma das ilhas, a letra P à dos painéis, A&A à do módulo Atero & Artero e UV à do módulo Caixa Ultravioleta

Algumas das experiências patentadas na exposição foram construídas de raiz pela equipa do Exploratório – é o caso do módulo Caixa Ultravioleta –, outras foram elaboradas em parceria com colaboradores externos à instituição – como é o caso do módulo Atero & Artero, que foi elaborado em colaboração com a equipa do Professor Doutor Lopes de Almeida, do departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Esta exposição foi oficialmente inaugurada em Maio de 2009, aquando da inauguração do novo edifício do Exploratório, no Parque Verde do Mondego e está incluída em todas as visitas de grupos escolares.

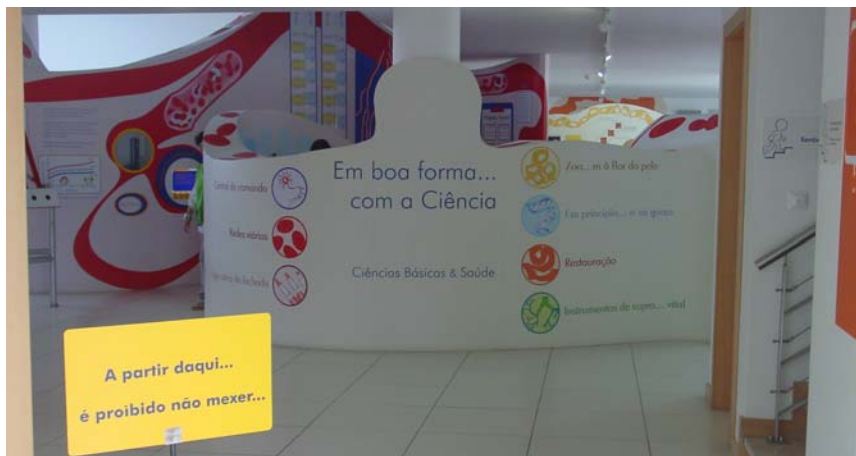


Figura 2 – Entrada da exposição “Em boa forma... com a Ciência”

As visitas de grupos escolares à exposição “Em boa forma... com a Ciência”

Estas visitas têm a duração de 1 h 30 min que se divide da seguinte forma:

* 1h de visita acompanhada, que se divide entre a exposição principal (Em boa forma... com a Ciência) e:

(A) Uma sessão de astronomia no Planetário;

ou

(B) A exposição “Sentir.com - A comunicação e os 5 sentidos”;

ou

(C) A exposição “Viajar com a ciência... luz e cor”

* 1/2h de visita livre, em que os alunos se podem deslocar livremente entre a exposição principal, os módulos interactivos localizados no exterior, e, no caso de terem optado por uma das opções (B), ou (C), pelas respectivas/correspondentes exposições.

De referir, que durante a parte livre da visita, os alunos também se podem dirigir à “loja com ciência”, à “cafetaria com ciência”, ou ao “ciberátrio” do Exploratório.

Desta forma, prevê-se que o elevado número de actividades disponíveis, durante a parte livre da visita, reduza o número de alunos a explorar espontaneamente os dois módulos observados/analísados.

1.7 Os módulos, seus objetivos e aplicação na saúde

Atero & Artero

Módulo em que se explora a ocorrência de alterações na velocidade de circulação/escoamento do sangue nas artérias e vasos sanguíneos causadas:

1. Por um progressivo endurecimento das paredes das artérias: *arteriosclerose*;
2. Pela alteração das paredes das artérias devido a depósitos de colesterol: *aterosclerose*.



Figura 3 – Módulo Atero & Artero

Objectivos

| | |
|--|--|
| <p><u>1º Nível</u> “E então?”</p> | <p>1. Relacionar o escoamento produzido pela bomba de êmbolo com o produzido pelo coração humano;</p> <p>2. Apreciar efeitos:</p> <p>a) Do escoamento em tubos de diâmetros diferentes – relação com arteriosclerose;</p> <p>b) Do escoamento em dois tubos iguais, em que um se encontra desobstruído e o outro tubo obstruído – relação com aterosclerose.</p> |
| <p><u>2º Nível</u> “E mais...”</p> | <p>1. Reconhecer a relação entre o caudal à saída de dois tubos geometricamente iguais mas em que um se encontra desobstruído e o outro tem depósitos na parede (que reduzem o diâmetro da secção transversal);</p> <p>2. Reconhecer a relação entre o caudal à saída de dois tubos, de igual comprimento e diâmetro diferente.</p> |
| <p><u>3º Nível</u> “E ainda mais...”</p> | <p>1. Identificar características e consequências:</p> <p>a) da aterosclerose</p> <p>b) da arteriosclerose</p> |



Figura 4 – Pormenor do Módulo Atero & Artero

Descrição

O visitante é convidado a accionar, sucessivamente, a haste de cada uma das bombas de êmbolo, produzindo um movimento alternado para cima e para baixo (imitando o bater do coração).

O movimento da bomba produz jactos de água cuja altura vai oscilando ciclicamente.

No circuito hidráulico da esquerda, temos dois tubos. Cada tubo tem no interior uma manga de borracha feita com balões idênticos. Uma das mangas tem folga para se expandir e a outra não. O que se verifica é que a altura do jacto da água que sai do tubo da manga que não tem folga para se expandir, como se se tratasse de uma artéria rígida (arteriosclerose) é inferior à do jacto da água que passa na manga que se pode expandir, ou seja, num tubo flexível (artéria saudável).

No circuito hidráulico da direita, temos dois tubos idênticos. Um dos tubos tem depósitos na parede interna (que simulam a progressiva obstrução das artérias, aterosclerose) e o outro tubo encontra-se desobstruído (simulando uma artéria saudável). A altura do jacto de água que sai do tubo com depósitos é inferior à do jacto de água que sai do tubo sem depósitos.

Painel – aplicação na saúde

O painel junto ao módulo Atero & Artero refere características, causas e consequências de Aneurismas (ver figura 5.1) e AVC's (ver figura 5.2).

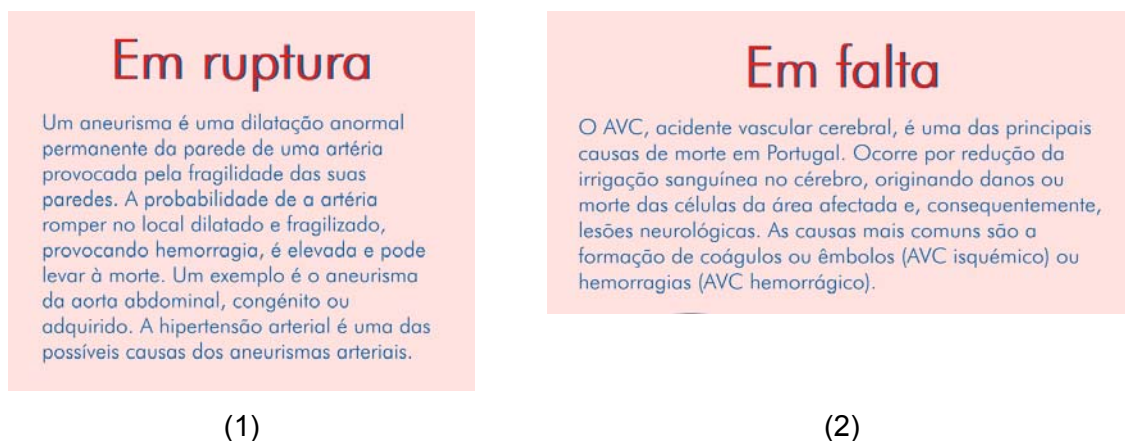


Figura 5 – Relações com a saúde no painel junto ao módulo Atero & Artero

Instruções e explicações

De seguida são transcritas as instruções (Instrução) e explicações (E então?, E mais... E ainda mais...) do módulo Atero & Artero, que se encontram disponíveis, na exposição, num **ecrã de computador**.

Instrução:

Accionar a haste da bomba da esquerda produzindo um movimento alternado para cima e para baixo (imitando o bater do coração).

Repetir com a bomba da direita.



Figura 6 – Módulo Atero & Artero

E então?

O movimento da bomba produz jactos de água cuja altura vai oscilando ciclicamente uma vez que a bomba de êmbolo produz um escoamento pulsátil. Este escoamento é parecido com o que o nosso coração produz.

No circuito hidráulico da esquerda: cada tubo tem no interior uma manga de borracha feita com balões idênticos. Constatamos que a altura do jacto da água que sai do tubo da manga que não tem folga para se expandir, como se tratasse de uma artéria rígida (arteriosclerose) é inferior à do jacto da água que passa na manga que se pode expandir, ou seja, num tubo flexível (artéria saudável) o tubo transparente de menor raio limita a possibilidade da manga se expandir. Ele representa a artéria com parede endurecida devido à arteriosclerose.

No circuito hidráulico da direita: a altura do jacto da água que sai do tubo com depósitos na parede que simulam a progressiva obstrução das artérias (aterosclerose) é inferior à do jacto da água que sai do interior do tubo sem depósitos (interior da artéria saudável).

E mais...

Em ambos os tubos, geometricamente iguais, o escoamento é gerado por iguais diferenças de pressão, pois têm uma origem comum e terminam em ponteiros de jacto exactamente iguais, que estão à pressão atmosférica.

Os depósitos na parede reduzem o diâmetro da secção transversal e conduzem a um aumento pontual da velocidade. A redução do diâmetro e o aumento da velocidade conduzem a um acréscimo da dissipação de energia. Por isso, no tubo com depósitos na parede, a energia final é mais reduzida pelo que a altura do jacto de água é menos elevada. A este jacto com menor energia cinética corresponde uma menor velocidade na base, ou seja, corresponde um menor caudal.

A circulação de fluido no interior do tubo que simula o vaso sanguíneo com ateromas é consideravelmente menor devido à existência de depósitos na parede.

O tubo flexível consegue incrementar o seu diâmetro e reduzir a velocidade da água em grande parte da sua extensão, o que conduz a uma redução da perda de energia. Por isso, a água circulante possui maior energia na parte final do escoamento, o que se traduz numa maior altura do jacto relativamente ao que acontece no tubo rígido. Ao jacto com maior energia cinética corresponde uma maior velocidade na base, ou seja, corresponde um maior caudal.

(Nota: a expansão do vaso sanguíneo à medida que aumenta o caudal tem a vantagem de limitar o aumento excessivo da velocidade de circulação, conseguindo assim assegurar a adequada interacção entre o sangue e os tecidos irrigados).

A circulação de fluido no interior do tubo flexível é consideravelmente superior devido à sua capacidade de aumentar o diâmetro da secção transversal.

E ainda mais...

A arteriosclerose é caracterizada por um progressivo endurecimento das paredes das artérias. Como consequência, estes vasos perdem a elasticidade, não podendo distender-se adequadamente durante a sístole nem contrair-se adequadamente durante a diástole.

A aterosclerose consiste na alteração das paredes das artérias devido a depósitos de colesterol, estreitando o interior do vaso.

Caixa Ultravioleta

Módulo em que se explora o efeito da excitação electrónica produzida pela luz ultravioleta (UV) em certos materiais e os consequentes fenómenos de luminescência e, em particular, fluorescência.

Relação com os testes de validade de notas de banco e com o efeito, na pele, dos cremes solares.



Figura 7 – Módulo Caixa Ultravioleta

Objectivos

| | |
|-------------------------------|--|
| 1º Nível “E então?” | <ol style="list-style-type: none">1. Identificar dois tipos de fontes luminosas;2. Apreciar efeitos da incidência da luz (visível e UV) em materiais;3. Comparar a radiação visível e UV quanto à sua energia. |
|-------------------------------|--|

Descrição

O visitante é convidado a acender uma lâmpada de cada vez e comparar o efeito da luz UV e da luz normal ao incidir em vários materiais. Alguns dos materiais (como notas falsas e minerais) estão disponíveis, outros (como cartões multibanco e notas de banco) acompanham-nos diariamente.

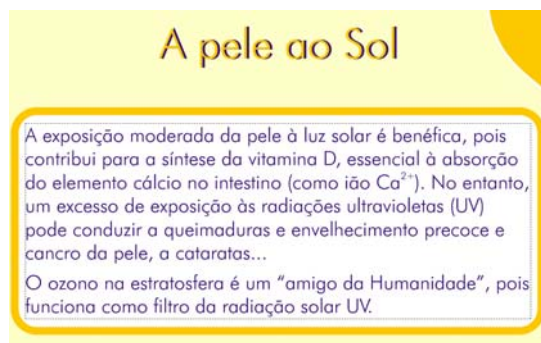
O visitante pode ainda verificar qual o efeito de colocar uma placa de creme solar ou óculos de sol entre a lâmpada de ultravioletas e o material.



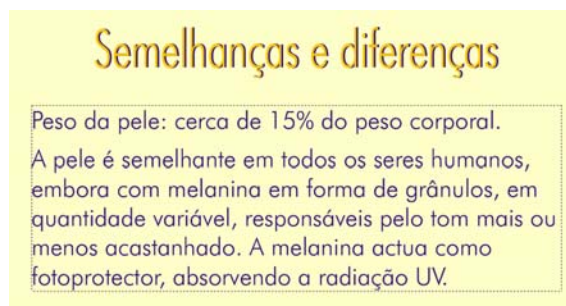
Figura 8 – Pormenor do módulo Caixa Ultravioleta

Painel – aplicação na saúde

O painel junto ao módulo Caixa Ultravioleta refere algumas das características da pele (ver figura 9.2) bem como consequências, na pele, da exposição à luz solar (ver figura 9.1).



(1)



(2)

Figura 9 – Relações com a saúde no painel junto ao módulo Caixa Ultravioleta

Instruções e explicações

De seguida são transcritas as instruções (Instrução) e explicações (E então?) do módulo Caixa Ultravioleta, que se encontram disponíveis, na exposição, numa **rodela**.

Instrução:

Acendendo uma lâmpada de cada vez, comparar o efeito da luz ultravioleta e da luz normal ao incidir em: notas de banco, notas falsas, bilhetes de lotaria, cartões de crédito, minerais e outros materiais.

Colocar sobre os materiais uma placa com creme solar. O que se observa?

Poderá testar a eficácia do protector solar ou dos seus óculos de sol.



Figura 10 – Módulo Caixa Ultravioleta

E ENTÃO?

Em certos materiais, a excitação electrónica produzida pela luz é seguida de emissão de luz de menor energia – luminescência. Se a desexcitação é rápida diz-se que há fluorescência. Este fenómeno ocorre com vários minerais e materiais de uso comum quando iluminados por luz ultravioleta.

É através da fluorescência de certas figuras em notas de banco que se faz um primeiro teste à sua validade.

As radiações ultravioletas emitidas pelo Sol provocam reacções na pele responsáveis pelo bronzeamento e, quando em excesso, são prejudiciais. Os cremes solares absorvem radiações UV, protegendo-nos de um excesso de exposição.

Capítulo 2 – Estudo empírico



Capítulo 2 – Estudo empírico

Ao iniciar um trabalho de investigação, o investigador tem uma ideia acerca do que pretende fazer e delinea um estudo/trabalho a desenvolver. Com frequência, este plano torna-se apenas uma linha de orientação, pois à medida que se recolhem os dados podem ocorrer modificações e reformulações das hipóteses formuladas inicialmente, no sentido de otimizar o estudo (Bogdan e Biklen, 1994).

Nesta investigação foi utilizado o método quantitativo, que pressupõe a observação de fenómenos, a formulação de hipóteses que expliquem esses fenómenos, o controlo de variáveis e a rejeição ou confirmação das hipóteses consideradas. Neste sentido, procede-se a uma recolha criteriosa e rigorosa dos dados, que são posteriormente sujeitos a tratamento (matemático e estatístico) de forma a testar as hipóteses. Este método apresenta limitações de utilização em investigações cujos intervenientes sejam seres humanos, pois a complexidade e subjectividade dos fenómenos humanos não permite ter acesso à sua total compreensão (Carmo e Ferreira, 1998).

De forma a concretizar os objectivos a que nos propusemos: observar, descrever e verificar, o comportamento dos visitantes durante uma visita a uma exposição de ciência num espaço de aprendizagem não formal, e testar a compreensão na leitura dos textos associados a dois dos módulos interactivos presentes na exposição “Em boa forma... com a Ciência”, foi efectuado um estudo (com alunos do 3º ciclo do ensino básico) baseado em questionários e grelhas de observação, como instrumentos de recolha de dados.

Os resultados obtidos neste estudo indicam que os alunos não lêem os textos associados aos módulos patentes na exposição. Como neste contexto a leitura dos textos era uma condição para a avaliação da sua compreensão, foi planeado e realizado um segundo estudo, também com alunos do 3º ciclo do ensino básico, em que foi testada a eficácia de um estímulo de leitura.

1. Primeiro Estudo

1.1 Metodologia de investigação

As questões em estudo nesta investigação são especificadas no sentido de caracterizar e verificar em termos de aprendizagem o comportamento dos visitantes durante uma visita a uma exposição de ciência num espaço de aprendizagem não formal. Assim, surgem Q₁ e Q₂:

Q₁: Como se comporta/age o visitante numa exposição de ciência num espaço de aprendizagem não formal?

Q₂: Será que ocorre aprendizagem durante a visita à exposição “Em boa forma... com a Ciência”, ou apenas diversão?

Posto isto, de forma a concretizar o objectivo inicial desta investigação – descrever e verificar em termos de aprendizagem o comportamento dos visitantes durante uma visita a uma exposição de ciência num espaço de aprendizagem não formal –, os alunos que participaram no estudo foram avaliados através da forma como respondiam a um pré-teste, imediatamente antes da visita, e a um pós-teste, imediatamente após a visita. Durante a parte livre da visita, os alunos foram observados. O registo das observações foi efectuado em grelhas elaboradas para o efeito.

A selecção dos módulos

A selecção dos módulos utilizados neste estudo, descritos no capítulo 1, baseou-se em vários critérios, que se enumeram de seguida:

- Num deles, as instruções estão patentes num ecrã de computador (módulo Atero & Artero) e no outro numa rodela (módulo Caixa Ultravioleta).

- Pretendia-se verificar a existência de diferenças na forma como os alunos exploram os módulos, estando as instruções e explicações em ecrãs de computador ou rodela.
- Um aborda alguns conceitos que constam no currículo do nível de ensino dos alunos que participaram no estudo (8º ano do ensino básico, o módulo Caixa Ultravioleta) e o outro não.
- São módulos *hands-on* (Culton, 1998), cuja exploração pressupõe um envolvimento activo do visitante. Para realizar a experiência é suposto seguir vários passos, expressos na respectiva instrução. Este facto foi tido em conta na elaboração das grelhas de observação, de forma a que a investigadora, enquanto observava os alunos, pudesse verificar se havia leitura das instruções: não só pelo facto de o visitante contemplar/ler as respectivas instruções, como também pelo facto de o aluno seguir, ou não, os passos expressos na respectiva instrução.
- Por fim, os módulos seleccionados estavam localizados de tal forma que permitiam à investigadora manter-se num ponto intermédio e observar o comportamento dos alunos face aos dois módulos em simultâneo.

Amostra

Neste estudo participaram 103 alunos do 8º ano, de duas escolas portuguesas: 41 alunos de uma escola da Beira Litoral (distrito de Coimbra) e 62 alunos de uma escola da Beira Baixa (distrito de Castelo Branco). Todos estes alunos realizaram o pré e o pós-teste. A execução das experiências (Atero & Artero e Caixa Ultravioleta) era voluntária, pelo que nem todos os alunos as efectuaram.

Instrumentos/Materiais

O *pré-teste* foi elaborado pela investigadora, tendo em conta o facto de, tal como referido no capítulo 1, a informação relacionada com cada um dos módulos estar disponível sob várias formas: instruções, explicações, painéis e na experiência em si.

Neste sentido, o pré-teste (ver anexo 1) consistia em seis questões de escolha múltipla, sendo três referentes ao módulo Atero & Artero (destas três, duas referiam-se a informação contida na explicação do módulo e uma no painel) e três referentes ao módulo Caixa Ultravioleta (destas três, uma referia-se a informação contida na experiência, uma no painel e uma na explicação).

O *pós-teste* (ver anexo 4) foi elaborado pela investigadora e continha as seis questões de escolha múltipla do pré-teste e outras seis questões abertas, três para cada um dos módulos.

As *grelhas de observação* (ver anexos 2 e 3), uma para cada um dos módulos analisados, foram elaboradas pela investigadora de forma a avaliar, em tempo real, a forma como o visitante se envolve na experiência.

O processo de obtenção das grelhas utilizadas passou por várias fases. As grelhas iniciais foram sucessivamente reformuladas (ver anexos 9 e 10) após serem testadas, pela investigadora, em contexto de visitas de grupo escolar à exposição.

Para realizar a observação directa, a investigadora manteve-se num ponto intermédio entre os dois módulos, em que era possível observar, de uma forma que pretendia ser não invasiva, o comportamento dos alunos face aos dois módulos simultaneamente.

Os instrumentos utilizados neste estudo, foram previamente avaliados, em contexto de visita de grupo escolar ao Exploratório pela investigadora, pelas orientadoras e por um painel de elementos da equipa do Exploratório que incluiu uma Mestre em Comunicação e Educação em Ciência, pela Universidade de Aveiro, e uma Mestre em Ensino da Física, pela Universidade de Coimbra.

Procedimento

Inicialmente, foi previsto o plano de trabalho esquematizado na figura 1.

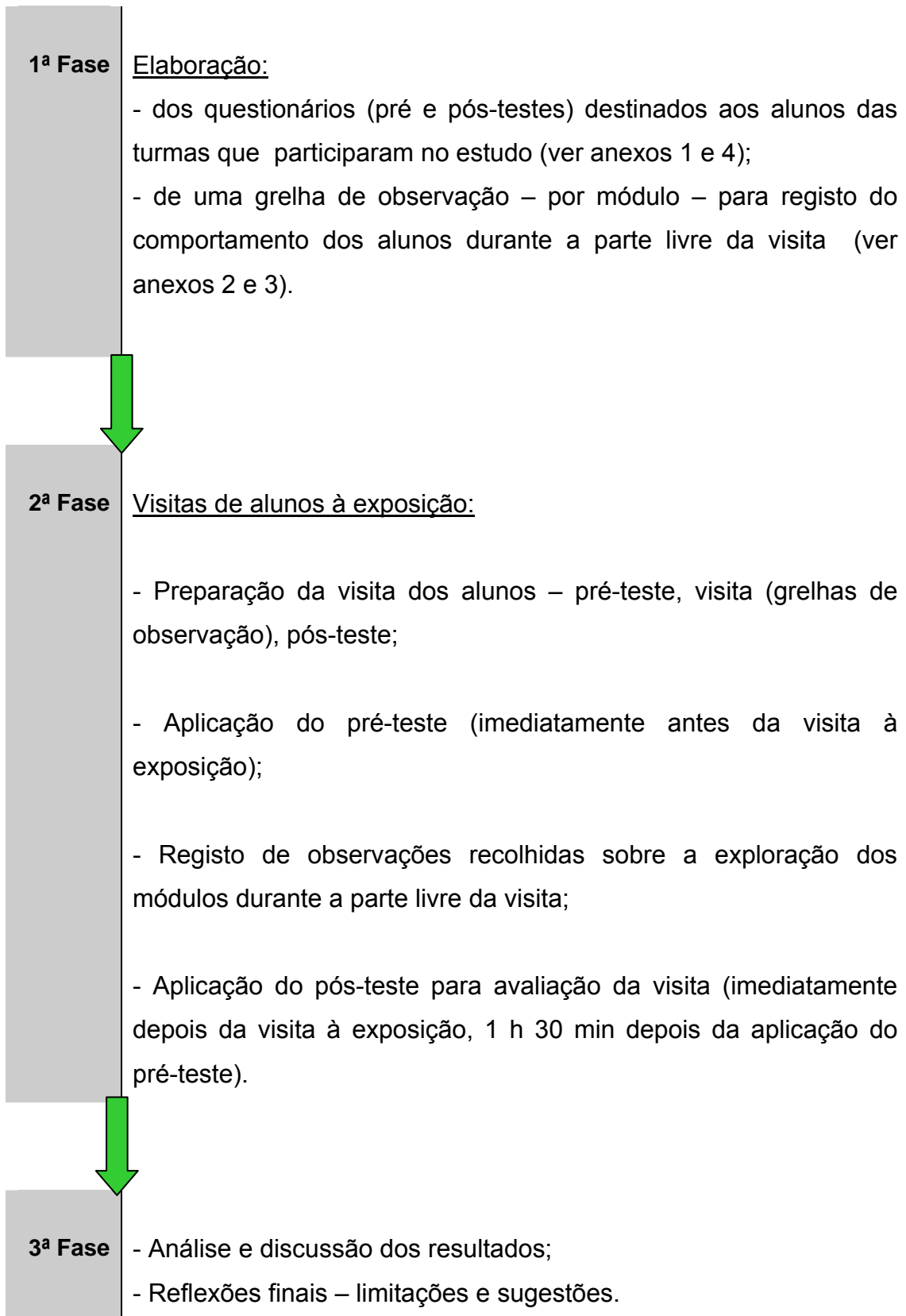
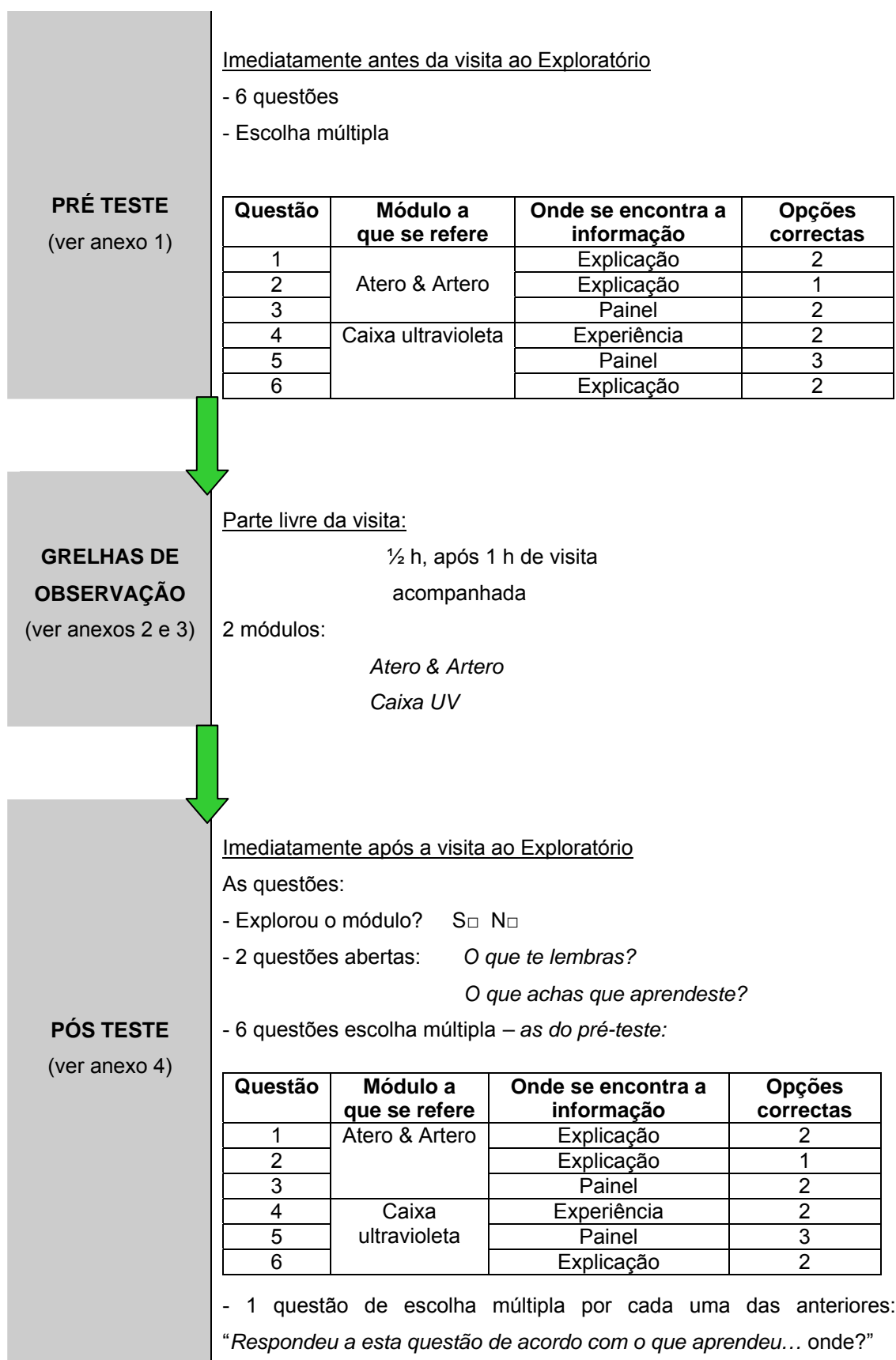


Figura 1 – Plano de trabalho

Esquema do primeiro estudo efectuado com alunos do 8º ano



1.2 Análise de Resultados

Nesta secção são apresentados e discutidos os resultados da investigação efectuada no primeiro estudo.

(Pré-teste e Pós-teste) – Resultados globais

As questões abertas do pós-teste (ver anexo 4)

Na tabela 1 apresenta-se o número de respostas obtido para cada uma das questões abertas do pós-teste.

Tabela 1 – Análise quantitativa das respostas obtidas para cada uma das questões abertas do pós-teste

| | | Atero & Artero | Caixa Ultravioleta |
|---|---------------|----------------|--------------------|
| <i>“Exploraste este módulo?”</i> | Sim | 30 | 11 |
| | Não | 73 | 88 |
| | Não responde | 0 | 4 |
| <i>“O que é que te lembras dele?”</i> | Responde | 32 | 11 |
| | Não responde | 71 | 92 |
| | Acerta | 14 | 9 |
| | Erra | 18 | 2 |
| | | | |
| <i>“O que achas que aprendeste neste módulo?”</i> | Responde | 21 | 7 |
| | Não responde | 82 | 96 |
| | Acerta | 0 | 0 |
| | Erra | 11 | 7 |

A observação efectuada pela investigadora, durante a parte livre da visita, permitiu observar o módulo Atero & Artero a ser explorado catorze vezes, das quais três vezes em grupo, dez vezes individualmente e uma das vezes em que o aluno leu/contemplou os textos e avançou.

Quanto ao módulo Caixa Ultravioleta, a investigadora observou catorze visitantes a explorá-lo. Seis destes visitantes exploraram o módulo em grupo e seis individualmente. Dois visitantes limitaram-se a observar outros a realizar a experiência.

Há a referir que houve três períodos de observação, dois de manhã e um durante a tarde. Durante o período da tarde, o módulo Caixa Ultravioleta encontrava-se “ao sol”, o que (não impedindo) dificultava a sua exploração.

Talvez devido às condições atmosféricas, neste último período a maioria dos visitantes optou por explorar módulos de exterior durante a parte livre da visita.

Quanto à forma como os alunos responderam à questão “O que se lembram?” do módulo Atero & Artero, obtivemos trinta e duas respostas, das quais catorze se encontravam correctas e dezoito erradas (considerando erradas as respostas que referiam outro ou nenhum módulo).

As catorze respostas correctas referiam-se ao módulo Atero & Artero e a informação passível de ser apreendida ao realizar a experiência. De entre estas respostas, doze referem factos inerentes à experiência em si, à relação entre o funcionamento das manivelas e o consequente jacto de água, como por exemplo: *“Ao levantar uma alavanca não deitava água e ao baixar deitava água.”* e *“Que tinha 2 manivelas, dávamos à manivela e a água subia.”*, ... duas das respostas referem o facto de envolver água: *“Foi feito com água.”*, ...

No que toca às dezoito respostas erradas:

As referentes ao módulo “À porta da aorta”, em número de dez, entre as quais³:

- *“Que ponhamos as mãos e aquilo batia conforme o nosso coração”.*,
- *“Do coração dentro do vidro”.*,
- (...)



Figura 2 – Módulo “À porta da Aorta”

Uma das respostas erradas refere o módulo Caixa Ultravioleta: *“Da luz normal”*.

³ Transcrevi as respostas tal e qual como os alunos as escreveram.

Três das respostas erradas referiam o módulo “Pressão ou Pressões?”:

- “*Media a pulsação.*”, ...



Figura 3 – Módulo “Pressão ou Pressões”

Os restantes visitantes deram respostas não relacionadas com nenhum módulo em concreto.

Quanto à forma como os alunos responderam à questão “O que acham que aprenderam?” no módulo Atero & Artero, obtivemos onze respostas, todas erradas, das quais duas referem o facto de a água subir e descer (diversão), uma refere a pressão da água, uma faz uma relação com a respiração, duas dizem não ter aprendido nada, uma afirma não entender o que está escrito, duas referem o módulo “Atenção ao Grupo”, uma refere o módulo “Pressão ou Pressões?” e uma refere informação do módulo “À porta da Aorta”.

Quanto à forma como os alunos responderam à questão “O que se lembram?” do módulo Caixa Ultravioleta, obtivemos doze respostas, das quais nove se encontram correctas e três erradas. Foram consideradas erradas as respostas que referiam outro ou nenhum módulo. Das nove respostas correctas, quatro referem o facto de terem visto “luzes”, uma “diferentes formas”, uma “diferentes cores”, uma “radiação ultravioleta”, duas de “ter botões”. Quanto às duas respostas erradas: um visitante disse que “não funcionava” e outro referiu “espelhos”.

Quanto à forma como os alunos responderam à questão “O que acham que aprenderam?” no módulo Caixa Ultravioleta, das sete respostas que obtivemos, apenas uma se refere ao módulo, no entanto encontra-se errada: “A luz

ultravioleta altera as cores dos objectos.”, pois a luz ultravioleta pode alterar a cor com que vemos os objectos, mas isto nem sempre acontece.

As questões fechadas do pré e pós testes

Ao analisar as opções feitas pelos alunos nos testes verificámos que dos 103 alunos do 8º ano que participaram no estudo nenhum aluno seleccionou todas as opções correctas.

De forma a sistematizar e efectuar o tratamento matemático e estatístico dos resultados obtidos, optámos por corrigir os testes atribuindo uma cotação a cada uma das questões (ver tabela 2). Desta forma, a cada questão correcta correspondia 1 valor e a cada questão errada 0 valores. Como algumas das alíneas se contradiziam, se o aluno seleccionasse essas alíneas simultaneamente (uma correcta e uma errada) a cotação que obtinha era 0.

Neste estudo são esperados resultados superiores no pós-teste (após a visita) relativamente aos do pré-teste (antes da visita), que indiquem que poderá ter ocorrido aprendizagem durante a visita.

Quanto às hipóteses estatísticas da investigação: a hipótese nula (H_0) corresponde à expectativa menos verosímil para a investigadora. Desta forma, ao esperar diferenças significativas entre os resultados dos pré e pós-testes, considera-se ser esta a hipótese alternativa (H_1). Como as hipóteses H_0 e H_1 devem ser exaustivas e mutuamente exclusivas, faz sentido desdobrar:

H₀: Não existem diferenças significativas entre os resultados do pré e pós-testes.

H₁: Existem diferenças significativas entre os resultados do pré e pós-testes.

Na tabela 3 encontram-se registados os resultados globais obtidos no pré e pós-testes. Para obter estes resultados, foi calculada a média dos resultados obtidos em cada uma das questões. Desta forma, as cotações globais obtidas enquadram-se no intervalo [0, 1].

Tabela 2 – Correção das questões de escolha múltipla do pré e pós-testes

| Questão 1 | Hipóteses | | “Valor” | Cotação |
|--|-----------|--|---------|---|
| As artérias de uma pessoa saudável... | A | encontram-se desobstruídas. | V | $\frac{1}{2}$ |
| | B | têm depósitos de colesterol. | F | $-\frac{1}{2}$ – se seleccionou a opção A 0 – se não seleccionou a opção A |
| | C | têm a capacidade de se expandir. | V | $\frac{1}{2}$ |
| | D | são rígidas. | F | $-\frac{1}{2}$ – se seleccionou a opção C 0 – se não seleccionou opção C |
| Questão 2 | Hipóteses | | “Valor” | Cotação |
| As artérias de um indivíduo com aterosclerose... | A | encontram-se obstruídas com depósitos de colesterol. | V | 1 |
| | B | encontram-se obstruídas com depósitos de hemoglobina. | F | 0 |
| | C | encontram-se desobstruídas. | F | -1 – se seleccionou a opção A 0 – se não seleccionou a opção A |
| | D | são rígidas. | F | 0 |
| Questão 3 | Hipóteses | | “Valor” | Cotação |
| Um aneurisma... | A | é uma dilatação anormal permanente da parede de uma artéria. | V | $\frac{1}{2}$ |
| | B | é uma dilatação normal provisória da parede de uma artéria. | F | $-\frac{1}{2}$ – se seleccionou a opção A 0 – se não seleccionou a opção A |
| | C | arterial pode ser causado pela hipertensão arterial. | V | $\frac{1}{2}$ |
| | D | arterial pode ser minimizado pela hipertensão arterial. | F | $-\frac{1}{2}$ – se seleccionou a opção C 0 – se não seleccionou opção C |
| Questão 4 | Hipóteses | | “Valor” | Cotação |
| O efeito da luz ultravioleta... | A | ao incidir sobre os materiais é idêntico ao efeito da luz normal. | F | $-\frac{1}{2}$ – se seleccionou a opção B 0 – se não seleccionou a opção B |
| | B | ao incidir sobre alguns materiais é diferente do efeito da luz normal. | V | $\frac{1}{2}$ |
| | C | é minimizado pelo uso de protector solar. | V | $\frac{1}{2}$ |
| | D | não é alterado pelo uso de protector solar. | F | $-\frac{1}{2}$ – se seleccionou a opção C 0 – se não seleccionou opção C |
| Questão 5 | Hipóteses | | “Valor” | Cotação |
| A exposição à luz solar... | A | provoca reacções na pele responsáveis pelo bronzeamento. | V | $\frac{1}{3}$ |
| | B | provoca reacções de branqueamento da pele. | F | - $\frac{1}{3}$ – se seleccionou a opção A 0 – se não seleccionou opção A |
| | C | contribui para a síntese de Vitamina D. | V | $\frac{1}{3}$ |
| | D | é essencial à absorção do elemento cálcio no intestino. | V | $\frac{1}{3}$ |
| Questão 6 | Hipóteses | | “Valor” | Cotação |
| Para testar a validade de notas de banco, podemos iluminá-las com luz ultravioleta | A | garantir que a sua cor não é alterada. | F | $-\frac{1}{2}$ – se seleccionou a opção B 0 – se não seleccionou a opção B |
| | B | testar o aparecimento de diferentes cores. | V | $\frac{1}{2}$ |
| | C | testar a fosforescência de certas figuras. | F | $-\frac{1}{2}$ – se seleccionou a opção D 0 – se não seleccionou opção D |

Tabela 3 – Resultados globais obtidos, no primeiro estudo, com alunos do 8º ano, no pré e pós-testes

| Nº alunos (n) | Cotação máxima de cada teste | Cotação média obtida pré-testes | Cotação média obtida pós-testes | t_{exp} | t_{crit} |
|---------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------|-------------|
| | | | | | 0,95 |
| 103 | 1 | 0,46 | 0,42 | 1,09 | 1,661 |

À primeira vista parece que houve uma evolução negativa do pré para o pós-teste. Aplicámos um teste *t-student* para amostras emparelhadas (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados para o confirmar.

O que verificamos, pela análise da tabela 3, é que, apesar de serem diferentes, os resultados obtidos nos dois testes não apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| < t_{crit}$, para um nível de confiança de 95%, o que nos leva a aceitar H_0 .

Estes resultados parecem indicar que não houve aprendizagem, que algo na exposição terá funcionado ao contrário.

(Pré-teste e Pós-teste) – Resultados parciais

De seguida é apresentada uma análise, questão a questão, das opções efectuadas pelos alunos nas questões de escolha múltipla do pré e pós-testes.

Questão 1 – Módulo Atero & Artero**As artérias de uma pessoa saudável...**

| | | |
|---|----------------------------------|----------|
| A | encontram-se desobstruídas. | correcta |
| B | têm depósitos de colesterol. | |
| C | têm a capacidade de se expandir. | correcta |
| D | são rígidas. | |

Na tabela 4 apresenta-se o número de respostas obtidas em cada item da questão 1.

Tabela 4 – Número de respostas obtidas para cada item da questão 1

| | A | B | C | D |
|-----------|-----------|---|-----------|----|
| Pré-teste | 64 | 1 | 25 | 20 |
| Pós-teste | 66 | 4 | 32 | 28 |

A opção correcta A foi a mais escolhida quer no pré-teste quer no pós-teste, o que leva a crer que os alunos têm a noção de que as artérias de uma pessoa saudável se encontram desobstruídas.

É de salientar o número de alunos que seleccionou a opção errada D (as artérias de uma pessoa saudável são rígidas), que no pós-teste está bastante próximo do número de alunos que seleccionou a opção correcta C. Procurámos saber o porquê desta opção, tendo verificado que existe uma confusão entre os conceitos de resistência e rigidez entre os alunos do 1º, 2º e 3º ciclos do ensino básico. Na figura 4, mostra-se a evolução média do desempenho dos alunos do pré para o pós-teste, no intervalo [0, 1].

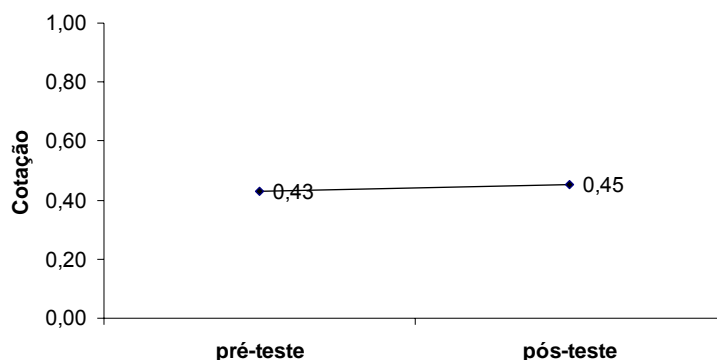


Figura 4 – Cotação média obtida na questão 1

À primeira vista parece que houve uma evolução positiva do pré para o pós-teste. Aplicámos um teste *t-student* para amostras emparelhadas (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados para o confirmar.

Tabela 5 – Cotação média obtida, para a questão 1, no pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | Cotação média | | t_{exp} | t_{crit} |
|---------|---------------|-----------|-----------|------------|
| | Pré-teste | Pós-teste | | 0,95 |
| 1 | 0,43 | 0,45 | 0,55 | 1,661 |

O que verificamos, pela análise da tabela 5, é que, apesar de serem diferentes, os resultados obtidos nos dois testes não apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| < t_{crit}$, para um nível de confiança de 95%, o que nos leva a aceitar H_0 .

Estes resultados parecem indicar que não houve aprendizagem, que algo na exposição terá funcionado ao contrário.

Atendendo agora à forma como os alunos responderam à questão 1 do pós-teste (ver figura 5):

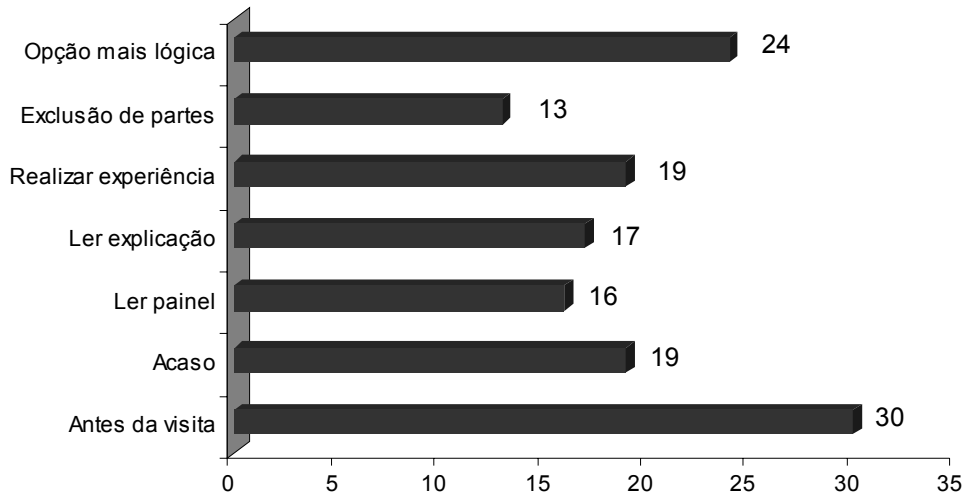


Figura 5 – Gráfico representativo da forma como os visitantes responderam à questão 1 do pós-teste

Os visitantes encontravam a resposta a esta questão na explicação do módulo Atero & Artero. A observação efectuada durante a parte livre da visita permitiu à investigadora observar um aluno a contemplar/ler o ecrã com as instruções e explicações do módulo.

Há a referir que embora fosse pedido aos alunos inquiridos que, nesta questão, seleccionassem apenas uma opção, vários alunos seleccionaram mais que uma. Houve também alunos que não seleccionaram nenhuma. Isto verificou-se para as seis questões.

Questão 2 – Módulo Atero & Artero

As artérias de um indivíduo com aterosclerose...

| | | |
|---|---|----------|
| A | encontram-se obstruídas com depósitos de colesterol. | correcta |
| B | encontram-se obstruídas com depósitos de hemoglobina. | |
| C | encontram-se desobstruídas. | |
| D | são rígidas. | |

Na tabela 6 apresenta-se o número de respostas obtidas em cada item da questão 2.

Tabela 6 – Número de respostas obtidas para cada item da questão 2

| | A | B | C | D |
|-----------|----|----|----|----|
| Pré-teste | 69 | 25 | 5 | 10 |
| Pós-teste | 60 | 27 | 12 | 19 |

A opção correcta A foi largamente identificada em ambos os testes, o que parece indicar que os alunos têm a noção de que as artérias de um indivíduo com aterosclerose se encontram obstruídas com depósitos de colesterol.

Na figura 6, mostra-se a evolução média do desempenho dos alunos do pré para o pós-teste, no intervalo [0, 1].

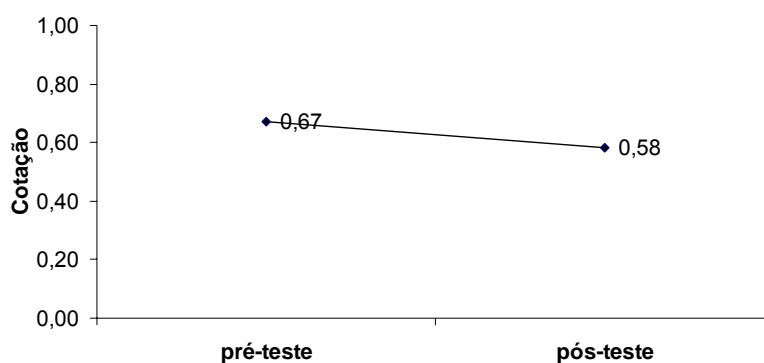


Figura 6 – Cotação média obtida na questão 2

À primeira vista parece que houve uma evolução negativa do pré para o pós-teste. Aplicámos um teste *t-student* para amostras emparelhadas (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados para o confirmar.

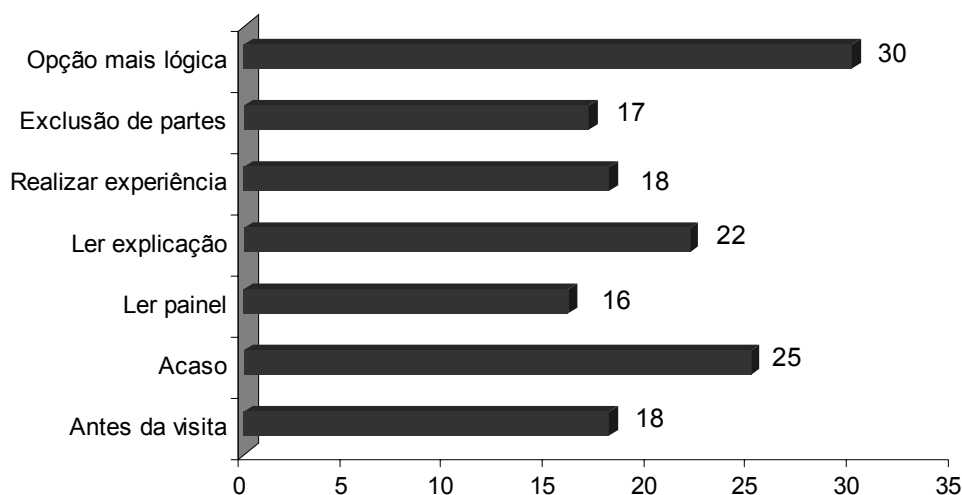
Tabela 7 – Cotação média obtida, para a questão 2, nos pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | Cotação média | | t_{exp} | t_{crit} |
|---------|---------------|-----------|-----------|------------|
| | Pré-teste | Pós-teste | | 0,95 |
| 2 | 0,67 | 0,58 | 1,32 | 1,661 |

O que verificamos, pela análise da tabela 7, é que, apesar de serem diferentes, os resultados obtidos nos dois testes não apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| < t_{crit}$, para um nível de confiança de 95%, o que nos leva a aceitar H_0 .

Estes resultados parecem indicar que não houve aprendizagem, que algo na exposição terá funcionado ao contrário.

Atendendo agora à forma como os alunos responderam à questão 2 do pós-teste:

**Figura 7** – Gráfico representativo da forma como os visitantes responderam à questão 2 do pós-teste

Os visitantes encontravam a resposta a esta questão na explicação da experiência/módulo Atero & Artero. De referir que durante a parte livre da visita a investigadora observou apenas um visitante a contemplar/ler o ecrã com as instruções e explicações deste módulo.

Questão 3 – Módulo Atero & Artero

Um aneurisma...

| | | |
|---|--|----------|
| A | é uma dilatação anormal permanente da parede de uma artéria. | correcta |
| B | é uma dilatação normal provisória da parede de uma artéria. | |
| C | arterial pode ser causado pela hipertensão arterial. | correcta |
| D | arterial pode ser minimizado pela hipertensão arterial. | |

Na tabela 8 apresenta-se o número de respostas obtidas em cada item da questão 3.

Tabela 8 – Número de respostas obtidas para cada item da questão 3

| | A | B | C | D |
|-----------|----|----|----|----|
| Pré-teste | 35 | 18 | 50 | 5 |
| Pós-teste | 48 | 32 | 35 | 10 |

Verifica-se que a opção (errada) B foi bastante indicada no pós-teste, o que se pode dever ao facto de este conceito não constar no currículo deste nível de ensino (8º ano), sendo desconhecido para maioria dos alunos e levando-nos a crer que não terá havido aprendizagem durante a visita.

Na figura 8, mostra-se a evolução média do desempenho dos alunos do pré para o pós-teste, no intervalo [0, 1].

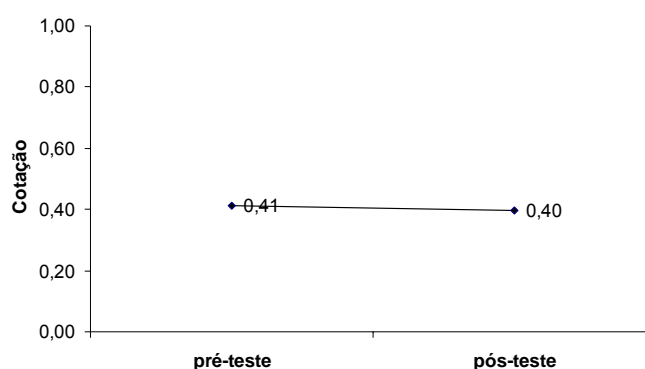


Figura 8 – Cotação média obtida na questão 3

À primeira vista parece que houve uma evolução negativa do pré para o pós-teste. Aplicámos um teste *t-student* para amostras emparelhadas (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados para o confirmar.

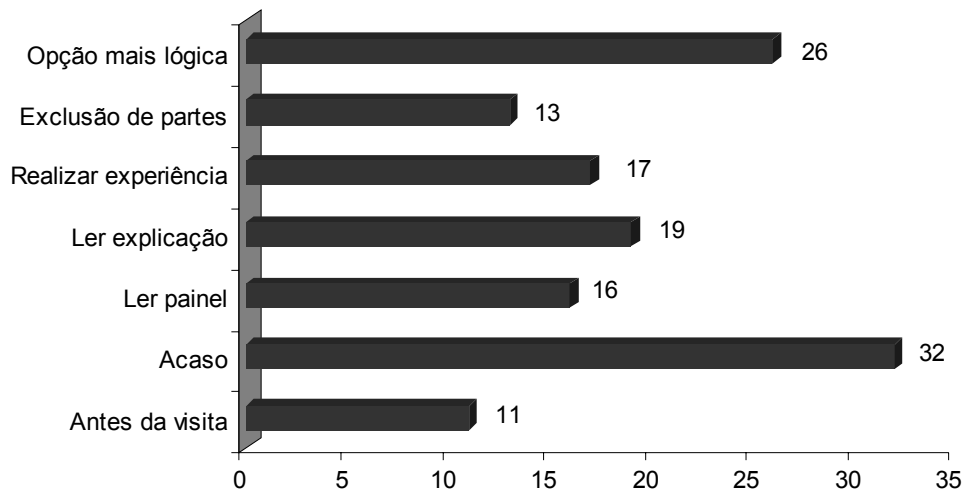
Tabela 9 – Cotação média obtida, para a questão 3, nos pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | Cotação média | | t_{exp} | t_{crit} |
|---------|---------------|-----------|-----------|------------|
| | Pré-teste | Pós-teste | | 0,95 |
| 3 | 0,41 | 0,40 | 0,35 | 1,661 |

O que verificamos, pela análise da tabela 9, é que, apesar de serem diferentes, os resultados obtidos nos dois testes não apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| < t_{crit}$, para um nível de confiança de 95%, o que nos leva a aceitar H_0 .

Estes resultados parecem indicar que não houve aprendizagem, que algo na exposição terá funcionado ao contrário.

Atendendo agora à forma como os alunos responderam a esta questão do pós-teste:

**Figura 9** – Gráfico representativo da forma como os visitantes responderam à questão 3 do pós-teste

A resposta a esta questão encontra-se no painel junto ao módulo Atero & Artero. Durante o período de observação a investigadora não observou nenhum aluno a contemplar/ler o painel junto ao módulo.

Questão 4 – Módulo Caixa Ultravioleta

O efeito da luz ultravioleta...

| | | |
|---|--|----------|
| A | ao incidir sobre os materiais é idêntico ao efeito da luz normal. | |
| B | ao incidir sobre alguns materiais é diferente do efeito da luz normal. | correcta |
| C | é minimizado pelo uso de protector solar. | correcta |
| D | não é alterado pelo uso de protector solar. | |

Na tabela 10 apresenta-se o número de respostas obtidas em cada item da questão 4.

Tabela 10 – Número de respostas obtidas para cada item da questão 4

| | A | B | C | D |
|-----------|----|----|----|---|
| Pré-teste | 8 | 26 | 79 | 4 |
| Pós-teste | 22 | 43 | 56 | 7 |

As opções correctas B e C foram as mais identificadas no pré e pós-testes.

Na figura 10, mostra-se a evolução média do desempenho dos alunos do pré para o pós-teste, no intervalo [0, 1].

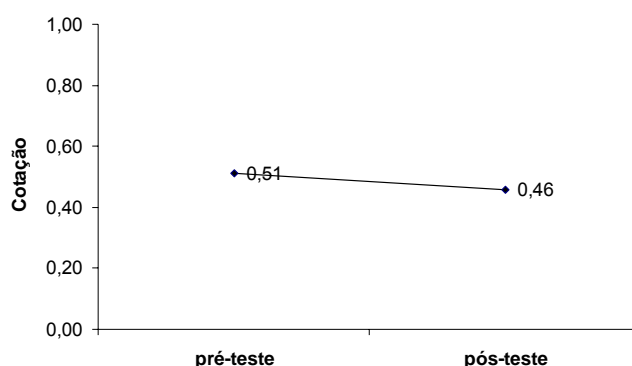


Figura 10 – Cotação média obtida na questão 4

À primeira vista parece que houve uma evolução negativa do pré para o pós-teste. Aplicámos um teste *t-student* para amostras emparelhadas (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados para o confirmar.

Tabela 11 – Cotação média obtida, para a questão 4, nos pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | Cotação média | | t_{exp} | t_{crit} |
|---------|---------------|-----------|-----------|------------|
| | Pré-teste | Pós-teste | | 0,95 |
| 4 | 0,51 | 0,46 | 1,44 | 1,661 |

O que verificamos, pela análise da tabela 11, é que, apesar de serem diferentes, os resultados obtidos nos dois testes não apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| < t_{crit}$, para um nível de confiança de 95%, o que nos leva a aceitar H_0 .

Estes resultados parecem indicar que não houve aprendizagem, que algo na exposição terá funcionado ao contrário.

Atendendo agora à forma como os alunos responderam à questão 4 do pós-teste:

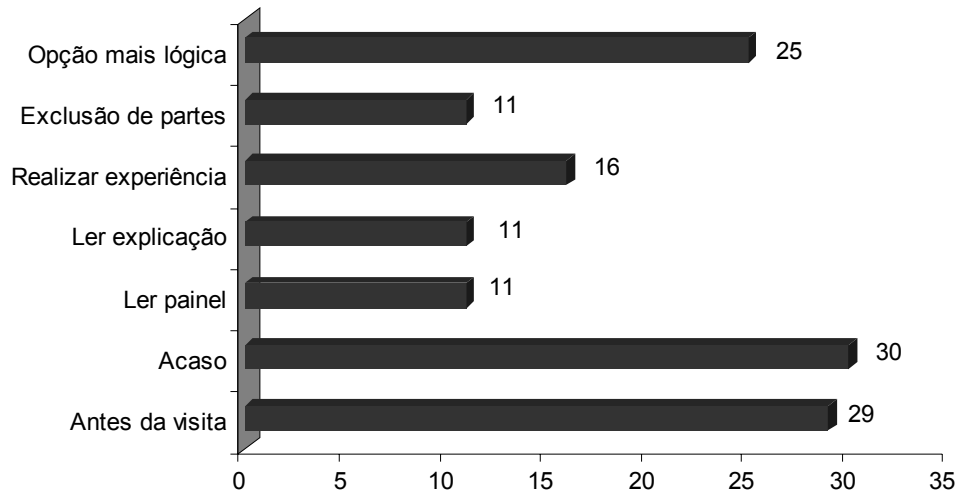


Figura 11 – Gráfico representativo da forma como os visitantes responderam à questão 4 do pós-teste

Os visitantes encontravam a resposta a esta questão ao realizar a experiência Caixa Ultravioleta.

Questão 5 – Módulo Caixa Ultravioleta

A exposição à luz solar...

| | | |
|---|--|----------|
| A | provoca reacções na pele responsáveis pelo bronzeamento. | correcta |
| B | provoca reacções de branqueamento da pele. | |
| C | contribui para a síntese de Vitamina D. | correcta |
| D | é essencial à absorção do elemento cálcio no intestino. | correcta |

Na tabela 12 apresenta-se o número de respostas obtidas em cada item da questão 5.

Tabela 12 – Número de respostas obtidas para cada item da questão 5

| | A | B | C | D |
|-----------|----|----|----|---|
| Pré-teste | 69 | 11 | 48 | 1 |
| Pós-teste | 55 | 19 | 47 | 3 |

Verificamos que opção correcta D foi seleccionada por um número muito reduzido de alunos quer no pré quer no pós-teste, o que poderá indicar que os alunos, mesmo após a visita à exposição, não relacionam a exposição à luz solar com a absorção do elemento cálcio no intestino. Esta informação está presente no painel junto ao módulo Caixa Ultravioleta.

Na figura 12, mostra-se a evolução média do desempenho dos alunos do pré para o pós-teste, no intervalo [0, 1].

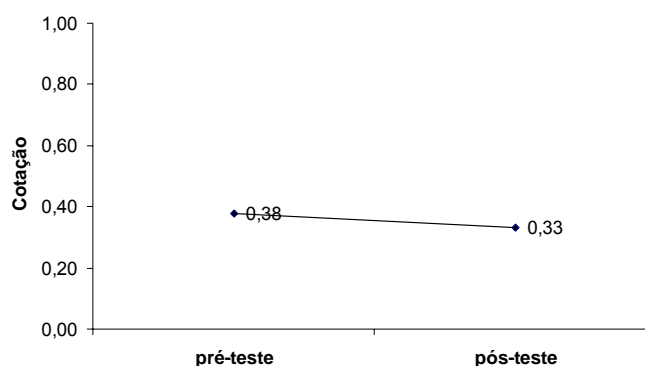


Figura 12 – Cotação média obtida na questão 5

À primeira vista parece que houve uma evolução negativa do pré para o pós-teste. Aplicámos um teste *t-student* para amostras emparelhadas (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados para o confirmar.

Tabela 13 – Cotação média obtida, para a questão 5, nos pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | Cotação média | | t_{exp} | t_{crit} |
|---------|---------------|-----------|-----------|------------|
| | Pré-teste | Pós-teste | | 0,95 |
| 5 | 0,38 | 0,33 | 1,52 | 1,661 |

O que verificamos, pela análise da tabela 13, é que, apesar de serem diferentes, os resultados obtidos nos dois testes não apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| < t_{crit}$, para um nível de confiança de 95%, o que nos leva a aceitar H_0 .

Estes resultados parecem indicar que não houve aprendizagem, que algo na exposição terá funcionado ao contrário.

Atendendo agora à forma como os alunos responderam à questão 5 do pós-teste:

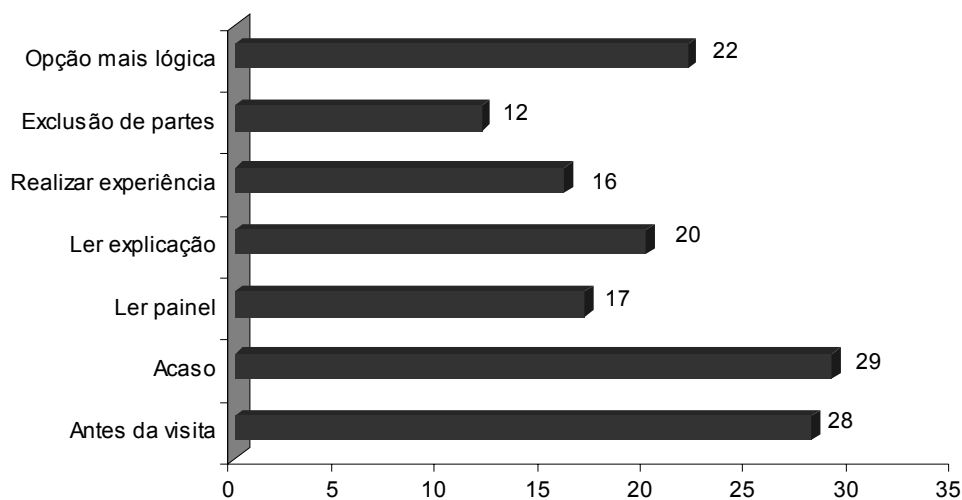


Figura 13 – Gráfico representativo da forma como os visitantes responderam à questão 5 do pós-teste

Os visitantes encontravam a resposta a esta questão no painel junto ao módulo Caixa Ultravioleta.

Questão 6 – Módulo Caixa Ultravioleta

Para testar a validade de notas de banco, podemos iluminá-las com luz ultravioleta de forma a...

| | | |
|---|--|----------|
| A | garantir que a sua cor não é alterada. | |
| B | testar o aparecimento de diferentes cores. | correcta |
| C | testar a fosforescência de certas figuras. | |
| D | testar a fluorescência de certas figuras. | correcta |

Na tabela 14 apresenta-se o número de respostas obtidas em cada item da questão 6:

Tabela 14 – Número de respostas obtidas para cada item da questão 6

| | A | B | C | D |
|-----------|----|-----------|----|-----------|
| Pré-teste | 24 | 41 | 21 | 38 |
| Pós-teste | 31 | 37 | 28 | 26 |

Verifica-se que a opção errada C foi a segunda mais seleccionada no pós-teste, o que pode revelar a existência de alguma confusão entre os conceitos de fluorescência e fosforescência. Vários colaboradores do Exploratório, que lidam diariamente com visitantes, afirmam que a confusão entre estes termos permanece mesmo em faixas etárias mais elevadas.

Na figura 14, mostra-se a evolução média do desempenho dos alunos do pré para o pós-teste, no intervalo [0, 1].

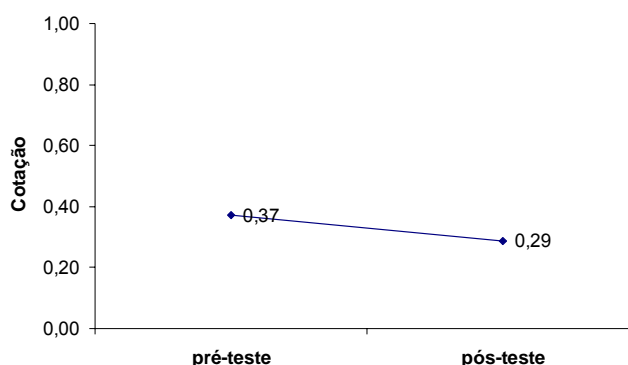


Figura 14 – Cotação média obtida na questão 6

À primeira vista parece que houve uma evolução negativa do pré para o pós-teste. Aplicámos um teste *t-student* para amostras emparelhadas (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados para o confirmar.

Tabela 15 – Cotação média obtida, para a questão 6, nos pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | Cotação média | | t_{exp} | t_{crit} |
|---------|---------------|-----------|-----------|------------|
| | Pré-teste | Pós-teste | | 0,95 |
| 6 | 0,37 | 0,29 | 2,42 | 1,661 |

O que verificamos, pela análise da tabela 15, é que os resultados obtidos nos dois testes apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| > t_{crit}$, para um nível de confiança de 95%, o que nos leva a rejeitar H_0 .

Estes resultados parecem indicar que não houve aprendizagem, que algo na exposição terá funcionado ao contrário.

Atendendo agora à forma como os alunos responderam à questão 6 do pós-teste:

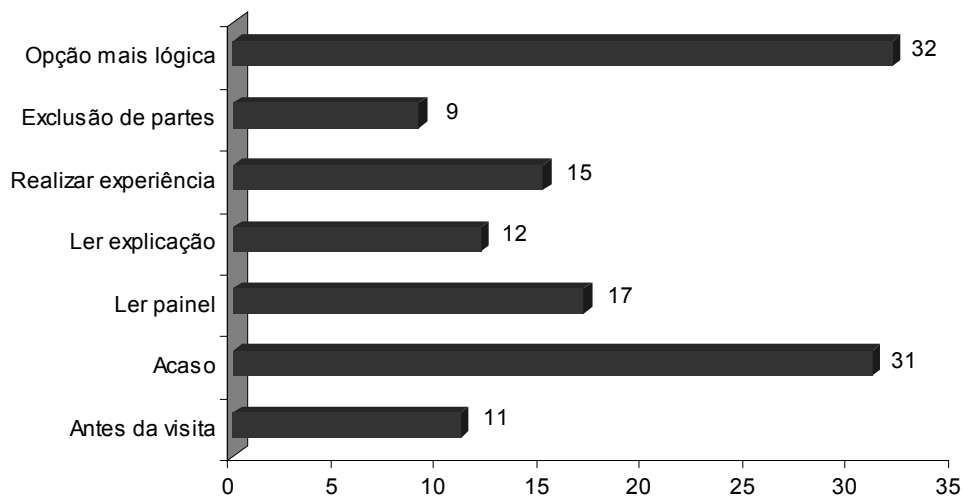


Figura 15 – Gráfico representativo da forma como os visitantes responderam à questão 6 do pós-teste

Os visitantes encontravam a resposta a esta questão na explicação da experiência Caixa Ultravioleta.

Observação

“Observar é seleccionar informação pertinente, através dos órgãos sensoriais e com recurso à teoria e à metodologia científica, a fim de poder descrever, interpretar e agir sobre a realidade em questão.”

(Carmo e Pereira, 1998)

A observação é uma das mais antigas técnicas de recolha de dados.

Existem diferentes técnicas de observação cuja distinção pode assentar no processo de observação, na situação ou atitude do observador e nas características do campo de observação. Neste estudo foi utilizada uma técnica de observação distanciada (evitando contactos entre o observador e os visitantes observados), directa (feita no momento em que a acção decorre e na presença dos intervenientes) e naturalista (ocorre no contexto natural onde se desenvolvem os fenómenos em estudo) (Estrela, 1984).

A observação directa utilizada como instrumento para observar visitantes que participam de forma activa e autónoma nas actividades interactivas da exposição reveste-se de grande complexidade. O investigador tem de planear a estratégia de observação a adoptar, para que possa recolher os dados necessários, com o menor número de meios (Carmo, 1988).

Para que a observação seja pertinente é necessário que o investigador responda a duas perguntas fundamentais:

Observar o quê? A resposta a esta pergunta é dada por um plano daquilo que se pretende observar, ou seja, um conjunto de dados que o investigador necessita para responder às questões da investigação. No contexto desta investigação pretendíamos observar o comportamento dos visitantes face a dois dos módulos patentes na exposição “Em boa forma... com a Ciência” de forma a

responder às seguintes questões: *“Antes de realizar a experiência o visitante lê algum dos textos associados?”*; *“O visitante realiza a experiência, ou limita-se a observar outros a realizar a experiência?”*; *“Antes de realizar a experiência, o visitante lê as respectivas instruções?”*; *“Ao realizar a experiência, segue os passos expressos na instrução?”*; *“Após realizar a experiência, lê alguns dos textos associados, discute com os amigos, ou vai embora?”*, *“Quanto tempo passa na actividade?”*.

Observar como? - A resposta a esta pergunta é obtida a partir da construção de um instrumento capaz de recolher ou produzir a informação determinada pelos indicadores – uma grelha de observação. Para responder às questões da investigação e após validação surgiram assim duas grelhas de observação, uma para cada um dos módulos analisados.

Nas tabelas 1 e 2 encontram-se as grelhas de observação para cada um dos módulos analisados (Atero & Artero e Caixa Ultravioleta).

Como se verifica pela análise da tabela 1, durante a parte livre da visita a investigadora observou cerca de 1/7 dos alunos que participaram no estudo a explorar o módulo Atero & Artero (este é um número aproximado, pois algumas das vezes que o módulo foi explorado foi em grupo).

Apenas um dos cento e três alunos que participaram no estudo leu as instruções e realizou a experiência conforme. Os restantes alunos observados a explorar o módulo faziam-no ao acaso, não lendo as instruções e não seguindo a sequência que era suposto. De referir que nove dos alunos que exploraram o módulo accionaram as duas bombas ao mesmo tempo, enquanto olhavam para os jactos de água produzidos.

Depois de realizar a experiência, um dos grupos de alunos discute entre si e os restantes vão embora. Ninguém se detém a ler os textos associados ao módulo.

Tabela 16 – Grelha de observação do módulo Atero & Artero

| | | | | | |
|---|------------------------------|--------------------------------------|------------------|-----------------|----|
| Antes de realizar a experiência | | Lê o painel | | | |
| | | Lê o desafio | | | |
| | | Dirige-se logo para a experiência | 14 | | |
| Observa | E avança | | | | |
| | Outros a fazer a experiência | | | | |
| Lê | E avança | | 1 | | |
| | E implica-se na experiência | Acciona a haste da bomba da esquerda | | 1 | |
| | | Imita o bater do coração | | 1 | |
| | | Acciona a haste da bomba da direita | | 1 | |
| | | Imita o bater do coração | | 1 | |
| | | Experimenta | Sozinho | | 1 |
| | | | Em grupo | | |
| | | | Com cuidado | | 1 |
| | | | Sem cuidado | | |
| | Manuseia facilmente | | 1 | | |
| | Manuseia com dificuldade | Consegue sozinho | | | |
| Pede ajuda | | | | | |
| Desiste | | | | | |
| Não lê | E implica-se na experiência | Acciona a haste da bomba da esquerda | | 12 ⁴ | |
| | | Imita o bater do coração | | 6 | |
| | | Acciona a haste da bomba da direita | | 11 ⁵ | |
| | | Imita o bater do coração | | 7 | |
| | | Experimenta | Sozinho | | 10 |
| | | | Em grupo | | 3 |
| | | | Com cuidado | | 4 |
| | | | Sem cuidado | | 9 |
| | | Manuseia facilmente | | 6 | |
| | | Manuseia com dificuldade | Consegue sozinho | | |
| | Pede ajuda | | | | |
| Desiste | | | 3 | | |
| Após a realização da experiência | | Lê a instrução | | | |
| | | Lê as explicações | | | |
| | | Lê os painéis | | | |
| | | Lê os desafios | | | |
| | | Discute com os amigos | | 1 | |
| | | Vai embora | | 13 | |
| Tempo que passa na actividade (min) | | | <1 | | |

⁴ 9 accionavam as hastes das duas bombas ao mesmo tempo⁵ 9 accionavam as hastes das duas bombas ao mesmo tempo

Tabela 17 – Grelha de observação do módulo Caixa Ultravioleta

| | | | | |
|---|-------------------------------------|--|------|----|
| Antes de realizar a experiência | Lê o painel | | | |
| | Lê o desafio | | | |
| | Dirige-se logo para a experiência | | 14 | |
| Observa | E avança | | | |
| | Outros a fazer a experiência | | 2 | |
| Lê | E avança | | | |
| | E implica-se na experiência | Acende uma lâmpada de cada vez | | 2 |
| | | Compara o efeito da luz normal ao incidir nos vários materiais | | 2 |
| | | Compara o efeito da luz ultravioleta ao incidir nos vários materiais | | 2 |
| | | Coloca sobre os materiais uma placa com creme solar. Observa | | |
| | | Testa a eficácia de óculos de sol | | |
| | Experimenta | Sozinho | | 2 |
| | | Em grupo | | |
| | | Com cuidado | | 2 |
| | | Sem cuidado | | |
| | Manuseia facilmente | | 2 | |
| Manuseia com dificuldade | Consegue sozinho | | | |
| | Pede ajuda | | | |
| | Desiste | | | |
| Não lê | E implica-se na experiência | Acende uma lâmpada de cada vez | | 10 |
| | | Compara o efeito da luz normal ao incidir nos vários materiais | | 6 |
| | | Compara o efeito da luz ultravioleta ao incidir nos vários materiais | | 6 |
| | | Coloca sobre os materiais uma placa com creme solar. Observa | | |
| | | Testa a eficácia de óculos de sol | | |
| | Experimenta | Sozinho | | 3 |
| | | Em grupo | | 6 |
| | | Com cuidado | | 5 |
| | | Sem cuidado | | |
| | Manuseia facilmente | | 3 | |
| | Manuseia com dificuldade | Consegue sozinho | | |
| Pede ajuda | | 1 | | |
| Desiste | | 6 | | |
| Após a realização da experiência | Lê a instrução | | | |
| | Lê as explicações | | | |
| | Lê os painéis | | | |
| | Lê os desafios | | | |
| | Discute com os amigos | | 3 | |
| | Vai embora | | 11 | |
| | Tempo que passa na actividade (min) | | 12<1 | |

Ao analisar a tabela 2, verifica-se que durante a parte livre da visita a investigadora observou cerca de 1/7 dos alunos que participaram no estudo a explorar o módulo Caixa Ultravioleta (este é um número aproximado, pois algumas das vezes que o módulo foi explorado foi em grupo). Verifica-se, em geral, a mesma tendência que se verificou na observação do módulo Atero & Artero. Apenas dois alunos leram previamente as respectivas instruções e realizaram a experiência de acordo. De referir que mesmo esses alunos não efectuaram todos os passos expressos na instrução, não tendo utilizado a placa de protector solar nem testado a eficácia de óculos de sol. Os restantes alunos, que experimentaram sem ler as instruções, faziam-no ao acaso, ligando uma lâmpada de cada vez e verificando o efeito das luzes normal e ultravioleta em vários materiais.

Tal como se verificou na observação do módulo Atero & Artero, depois de realizar a experiência, um dos grupos de alunos discute entre si e os restantes vão embora. Ninguém se detém a ler os textos associados ao módulo.

1.3 Conclusões

Face aos resultados obtidos neste estudo, em que se verificou que dos cento e três alunos que nele participaram:

- Cerca de 1/3 afirma ter explorado o módulo Atero & Artero e
 - apenas cerca de 1/6 responde de forma correcta à questão “O que é que te lembras do módulo Atero & Artero”, referindo aspectos relativos ao módulo em si e ao seu funcionamento;
 - nenhum dos alunos responde de forma correcta à questão “O que achas que aprendeste no módulo Atero & Artero”. Ao responder a esta questão alguns alunos falam em diversão e outros referem outros módulos.
- Cerca de 1/10 afirma ter explorado o módulo Caixa Ultravioleta e
 - cerca de 1/10 responde de forma correcta à questão “O que é que te lembras do módulo Caixa Ultravioleta”, referindo aspectos relativos ao módulo em si e ao seu funcionamento;
 - nenhum dos alunos responde de forma correcta à questão “O que achas que aprendeste no módulo Caixa Ultravioleta”.
- Nenhum dos alunos seleccionou todas as opções correctas dos pré e pós-testes;
- Verifica-se uma evolução negativa, do pré para o pós-teste, das cotações médias globais e das cotações parciais obtidas nas questões 2, 3, 4, 5, e 6.
 - aplicou-se um teste *t-student* (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados, que indicou não haver diferenças significativas entre as cotações médias globais obtidas para as questões 2, 3, 4 e 5 e haver diferenças significativas nas cotações médias globais obtidas na questão 6. De qualquer modo esta tendência parece indicar que não ocorreu aprendizagem, que algo na exposição funcionou ao contrário.
- Durante a observação efectuada na parte livre da visita, a investigadora verificou que:

- o cerca de 1/6 (Este é um número aproximado. Algumas das vezes que o módulo foi explorado foi em grupo.) dos alunos que participaram no estudo exploraram o módulo Atero & Artero, sendo que apenas um leu previamente as respectivas instruções e o realizou de acordo. Os restantes alunos experimentavam ao acaso, não o fazendo de forma sequenciada, de acordo com os passos referidos nas instruções. Vários alunos accionaram as duas bombas ao mesmo tempo. A maior parte dos alunos estava menos de um minuto a explorar o módulo.
- o Cerca de 1/6 (Este é um número aproximado. Algumas das vezes que o módulo foi explorado foi em grupo.) dos alunos que participaram no estudo exploraram o módulo Caixa Ultravioleta, sendo que apenas dois leram previamente as respectivas instruções e o realizaram de acordo. De referir que mesmo os alunos que leram as instruções não efectuaram todos os passos expressos, não tendo recorrido à placa de protector solar nem testado a eficácia de óculos de sol. Os restantes alunos, que experimentaram sem ler as instruções, faziam-no ao acaso, ligando uma lâmpada de cada vez e verificando o efeito das luzes normal e ultravioleta em vários materiais.

Perante estes resultados, não conseguimos resposta às nossas questões de investigação, pois para avaliar a compreensão necessitávamos que os alunos lessem e isso não aconteceu.

Não conseguindo respostas para as nossas questões de investigação, uma vez que os alunos não leram, reconhecemos a necessidade de um novo estudo em que se tentasse que os visitantes lessem.

2. Segundo Estudo

O objectivo inicial desta investigação era testar a compreensão na leitura dos textos associados a dois dos módulos interactivos presentes na exposição “Em boa forma... com a Ciência”, mas tal não foi possível, pois face aos resultados obtidos no primeiro estudo verificou-se que os alunos não liam.

Face à necessidade reconhecida de levar os visitantes a ler, foi perspectivado um segundo estudo, em que fosse possível dar resposta às questões de investigação do primeiro, que não estivesse condicionado ao facto de o visitante não ler.

Neste sentido, e tendo como base um estudo efectuado por Fonseca (2007), intitulado “*Science Shopping: A participação do visitante na exposição Sentir.com*”⁶, foi testada a eficácia de um meio que conduzisse a leitura usando um estímulo.

O estímulo de leitura usado assumiu a forma de uma Tira de papel, que continha uma frase com espaços, que os alunos eram incentivados a preencher, durante a parte livre da visita. A ideia da Tira era assim conduzir os alunos à leitura/procura da informação.

2.1. Metodologia de investigação

Surgem assim os objectivos finais desta investigação: observar, descrever e verificar em termos de aprendizagem o comportamento dos visitantes durante uma visita a uma exposição de ciência num espaço de aprendizagem não formal e testar estímulos de leitura das instruções contidas na exposição, nos painéis e nas placas (ou ecrãs) de explicações dos dois módulos interactivos analisados.

Para os concretizar, os alunos que participaram no estudo foram avaliados através da forma como respondiam a uma questão (Tira), durante a parte livre da

⁶ Esta exposição, elaborada de raiz pela equipa do Exploratório, era uma exposição itinerante, tendo passado por vários pontos do país. Neste momento encontra-se em permanência no edifício do Exploratório.

visita, e a um pós-teste, imediatamente após a visita. Tal como no primeiro estudo, durante a parte livre da visita, os alunos foram observados. O registo das observações foi efectuado em grelhas elaboradas para o efeito.

Neste estudo mantêm-se as questões de investigação do primeiro estudo, especificadas no sentido de caracterizar e verificar em termos de aprendizagem o comportamento dos visitantes durante uma visita a uma exposição de ciência num espaço de aprendizagem não formal. Assim, surgem Q₁ e Q₂:

Q₁: Como se comporta/age o visitante numa exposição de ciência num espaço de aprendizagem não formal?

Q₂: Será que ocorre aprendizagem durante a visita à exposição “Em boa forma... com a Ciência”, ou apenas diversão?

Surge ainda uma outra questão de investigação, que se prende com a eficácia do estímulo testado:

Q₃: O estímulo de leitura usado é eficaz?

Amostra

No segundo estudo participaram 78 alunos, do 8º ano, de duas escolas portuguesas da Beira Litoral (48 alunos de uma escola do distrito de Leiria e 30 alunos de uma escola do distrito de Águeda). Foi entregue uma Tira e um pós-teste a cada aluno. A execução das experiências (Atero & Artero e Caixa Ultravioleta) era voluntária, pelo que nem todos os alunos as efectuaram.

Instrumentos/Materiais

As *questões* presentes nas *Tiras*, a que se pretendia que os alunos respondessem durante a parte livre da visita, foram elaboradas pela investigadora, tendo em conta o facto de, tal como referido no capítulo 1, a informação relacionada com cada um dos módulos estar disponível sob várias formas: instruções, explicações, painéis e na experiência em si.

Neste segundo estudo, foi feita uma adaptação das questões do pré-teste do primeiro estudo. As questões de escolha múltipla foram transformadas em

frases para completar (ver anexo 5) e cada aluno que participou no estudo levou uma. Surgiram assim seis frases para completar, três referentes ao módulo Atero & Artero (destas, duas referiam-se a informação contida na explicação do módulo e uma no painel) e três referentes ao módulo Caixa Ultravioleta (destas, uma referia-se a informação contida na experiência, uma no painel e uma na explicação).

O *pós-teste* do segundo estudo (ver anexo 6) foi elaborado pela investigadora e continha as seis questões de escolha múltipla do pós-teste do primeiro estudo.

As *grelhas de observação* utilizadas (ver anexos 2 e 3) foram as elaboradas para o primeiro estudo (uma para cada um dos módulos analisados).

Os instrumentos usados neste estudo foram previamente validados, em contexto de visita de grupo escolar ao Exploratório pela investigadora, pelas orientadoras e por um painel de elementos da equipa do Exploratório que incluiu uma Mestre em Comunicação e Educação em Ciência, pela Universidade de Aveiro, e uma Mestre em Ensino da Física, pela Universidade de Coimbra.

Procedimento

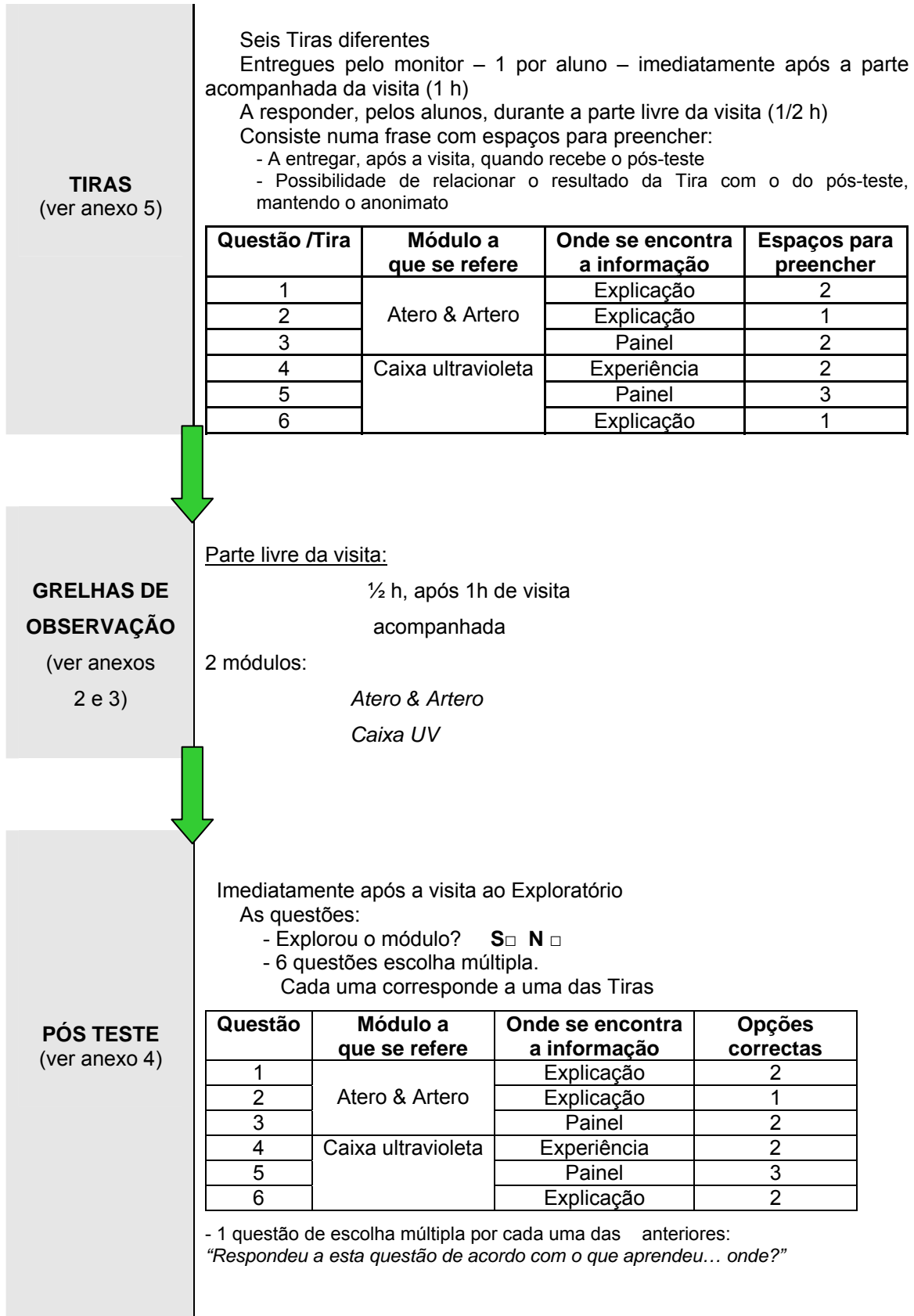
Este segundo estudo diferia do primeiro na forma como era apresentado o pré-teste. Neste segundo estudo, o pré-teste consistia em uma questão (Tira) a que os alunos respondiam durante a parte livre da visita (ver anexo 1). Sabendo que a resposta à Tira se encontrava junto a um dos dois módulos estudados, os alunos podiam procurar a informação que lhes permitia dar resposta à questão formulada. Cada aluno era convidado a responder a uma Tira. Cada uma das Tiras, no total de seis, correspondia a uma das questões do pré-teste do primeiro estudo.

De forma a relacionar a resposta que cada aluno deu à Tira com as respostas que esse aluno deu no pós-teste, mantendo o anonimato, os alunos

entregavam a Tira, no final da visita, à pessoa que lhes entregava o pós-teste (ver anexo 6) e que estava encarregada de os identificar com o mesmo número (ou letra).

O comportamento dos alunos perante os dois módulos analisados foi observado, durante a parte livre da visita. Os registos da observação foram efectuados em grelhas de observação (ver anexos 2 e 3).

Esquema do segundo estudo efectuado com alunos do 8º ano



2.2 Análise de resultados

Inicialmente, foi previsto distribuir trinta Tiras pelos alunos, cinco referentes a cada uma das questões/Tiras. A pedido dos professores que acompanhavam as turmas que participaram no estudo, distribuíram-se Tiras por todos os alunos das turmas. Os resultados que se apresentam em seguida têm em conta os resultados de todas as Tiras recolhidas.

Neste estudo são esperados resultados superiores no pós-teste (após a visita) relativamente à questão (Tira), que indiquem que poderá ter ocorrido aprendizagem durante a visita. Quanto às hipóteses estatísticas da investigação: a hipótese nula (H_0) corresponde à expectativa menos verosímil para a investigadora. Desta forma, ao esperar diferenças significativas entre os resultados dos pré e pós-testes, considera-se ser esta a hipótese alternativa (H_1). Como as hipóteses H_0 e H_1 devem ser exaustivas e mutuamente exclusivas, faz sentido desdobrar:

H₀: Não existem diferenças significativas entre os resultados dos pré e pós-testes.

H₁: Existem diferenças significativas entre os resultados dos pré e pós-testes.

(Tiras e pós-teste) – Resultados globais

Foram assim distribuídas 78 Tiras pelos visitantes, sendo 38 relativas a informações contidas nas explicações, 29 a informações contidas nos painéis e 11 a informação relacionada com a experiência em si. Obtivemos resposta a 42 das 78 Tiras distribuídas, sendo 23 relativas a informação contida nas explicações, 15 a informações dos painéis e 4 a informação que se apreende ao realizar a experiência.

De forma a sistematizar e efectuar o tratamento estatístico dos resultados obtidos, optámos por corrigir as Tiras e os pós-testes atribuindo uma cotação a cada uma das questões. Na tabela 18 encontra-se a forma como foram cotadas as Tiras. A cotação do pós-teste foi a mesma usada no primeiro estudo.

Na figura 16, apresenta-se as médias das pontuações que foram atingidas para cada Tira, considerando as 78 Tiras distribuídas. Para obter estes resultados, foi calculada a média dos resultados obtidos em cada uma das questões (Tiras). Desta forma, as cotações obtidas enquadram-se no intervalo [0, 1].

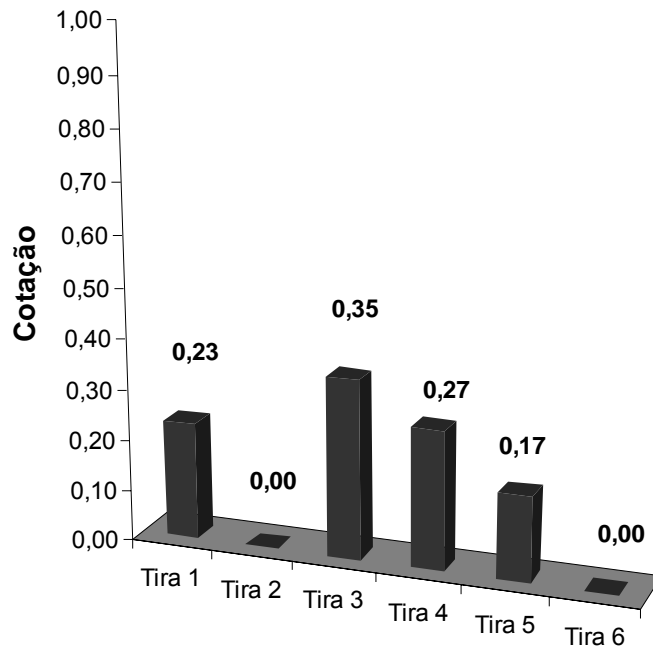


Figura 16 – Gráfico relativo à cotação das Tiras

Tabela 18 – Correção das questões Tira

| | |
|--|---|
| <p>Tira 1 = (0,5+0,5) = 1 valor</p> | <p>Ao explorar o módulo Atero & Artero podemos comparar o fluxo sanguíneo de uma pessoa com <u>aterosclerose</u> ou <u>arteriosclerose</u>.</p> |
| <p>Tira 2 = 1 valor</p> | <p>Ao explorar o módulo Atero & Artero podemos verificar que as artérias de um indivíduo com aterosclerose se encontram <u>obstruídas com depósitos de colesterol</u>.</p> |
| <p>Tira 3 =(0,5+0,5) = 1 valor</p> | <p>Ao explorar o módulo Atero & Artero encontramos informação sobre aneurismas arteriais que são <u>dilatações anormais permanentes das paredes das artérias</u> e que podem ser causados <u>pela hipertensão arterial</u>.</p> |
| <p>Tira 4 = (0,5+0,5) = 1 valor</p> | <p>Ao explorar o módulo Caixa Ultravioleta, podemos verificar que o efeito da luz ultravioleta ao incidir sobre os materiais é <u>diferente</u> do da luz normal e pode ser <u>minimizado</u> pelo uso de protector solar.</p> |
| <p>Tira 5 = (0,33+0,33+0,33) = 1 valor</p> | <p>Ao explorar o módulo Caixa Ultravioleta, descobrimos que a exposição à luz solar provoca reacções na pele responsáveis pelo <u>bronzamento</u>, contribui para a síntese de <u>vitamina D</u> e é essencial à absorção do <u>elemento cálcio</u> no intestino.</p> |
| <p>Tira 6 = 1 valor</p> | <p>Ao explorar o módulo Caixa-Ultravioleta, podemos testar a validade de notas de banco iluminando-as com luz ultravioleta, de forma a testar a <u>fluorescência</u> de certas figuras.</p> |

(Tiras e pós-teste) – Resultados parciais

Foi efectuada uma análise quantitativa e descritiva das questões presentes nas Tiras e pós-testes aplicados aos alunos.

Ao analisar os resultados, verificámos que dos 78 alunos que participaram no estudo, 42 responderam à questão que lhes foi entregue e nenhum seleccionou, no conjunto “Tira + Pós-teste”, todas as opções correctas.

De seguida são apresentadas as respostas dadas pelos visitantes às Tiras e as respostas que esses mesmos visitantes deram à respectiva questão, no pós-teste.

Questão 1 – Módulo Atero & Artero

Tira 1 Ao explorar o módulo Atero & Artero podemos comparar o fluxo sanguíneo de uma pessoa com _____ ou _____.

Tabela 19 – Número de alunos que: levaram a Tira 1, responderam à questão e acertaram na resposta, tendo (ou não) explorado o módulo. Resultado que estes alunos tiveram no pós-teste

| | | | Pós-teste |
|-------------------------------|--------------|--------------------------------|-----------|
| Levaram a Tira | | 13 | |
| Responderam à Tira | | 8 | |
| Acertaram na resposta da Tira | totalmente | <i>Exploraram o módulo</i> | 2 |
| | | <i>Não exploraram o módulo</i> | 1 |
| | parcialmente | <i>Exploraram o módulo</i> | |
| | | <i>Não exploraram o módulo</i> | 1 |

Pós - Teste – Questão 1

As artérias de uma pessoa saudável...

| | | |
|---|----------------------------------|----------|
| A | encontram-se desobstruídas. | Correcta |
| B | têm depósitos de colesterol. | |
| C | têm a capacidade de se expandir. | Correcta |
| D | são rígidas. | |

Tabela 20 – Número de alunos que: levaram a Tira 1, referente a esta questão do pós-teste, exploraram o módulo respectivo e que acertaram (total ou parcialmente) na resposta

| Levaram a tira | Exploraram o módulo | Respondem à questão | Só Acertam A | Só Acertam C | Acertam tudo |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| 13 | 6 | 13 | 4 | 4 | 1 |

Na figura 17, apresenta-se a evolução da cotação média da questão 1 do pré-teste para o pós-teste, no intervalo [0, 1].

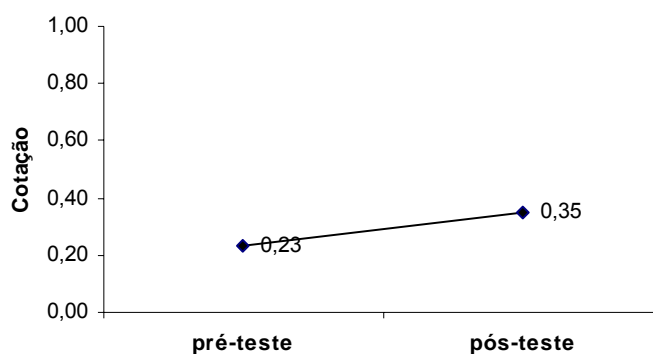


Figura 17 – Cotação média obtida, na questão 1, pelos treze alunos que levaram a Tira 1

À primeira vista parece que houve uma evolução positiva do pré para o pós-teste. Aplicámos um teste *t-student* para amostras emparelhadas (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados para o confirmar.

Tabela 21 – Cotação média obtida, para a questão 1, nos pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | n | Cotação média | | t_{exp} | t_{crit} |
|---------|----|---------------|-----------|-----------|------------|
| | | Pré-teste | Pós-teste | | 0,95 |
| 1 | 13 | 0,23 | 0,35 | 0,898 | 1,782 |

O que verificamos, pela análise da tabela 21, é que, apesar de serem diferentes, os resultados obtidos nos dois testes não apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| < t_{crit}$, para um nível de confiança de 95%, o que nos leva a aceitar H_0 .

Estes resultados parecem indicar que não houve aprendizagem, que algo na exposição terá funcionado ao contrário.

Atendendo agora à forma como estes treze alunos, que levaram a Tira 1, responderam à questão 1 do pós-teste:

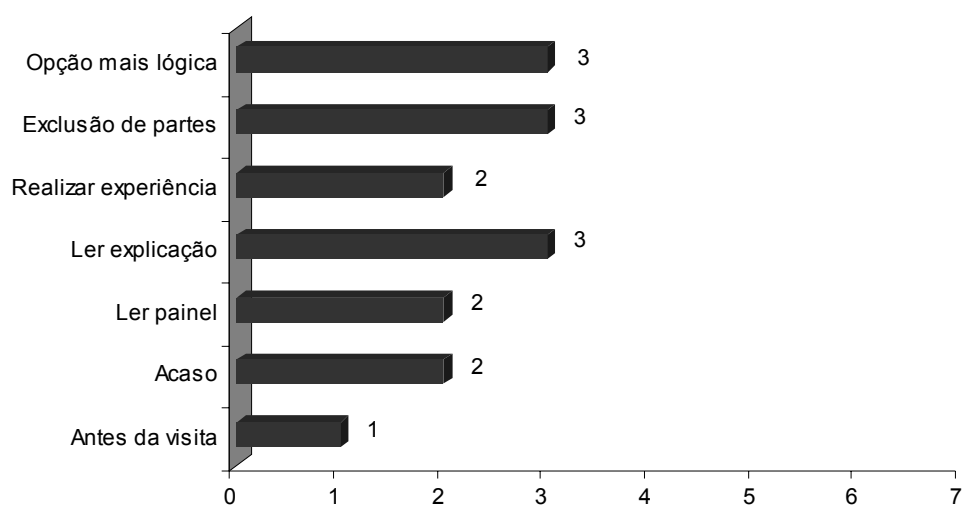


Figura 18 – Gráfico representativo da forma como os visitantes que levaram a Tira 1 responderam à questão 1 do pós-teste

Os visitantes encontravam a resposta a esta questão na explicação do módulo Atero & Artero.

No segundo estudo, a alínea “Como responderam à questão 1 do pós-teste” surgia logo após a questão 1, como tentativa de colmatar o facto de, no primeiro estudo, os alunos terem seleccionado mais que uma opção nesta alínea.

Apesar de se ter registado uma melhoria, com esta alteração da formatação do pós-teste, alguns alunos ainda seleccionaram mais que uma opção e alguns alunos não responderam. Isto verificou-se para as seis questões do pós-teste. Todas as respostas foram tidas em conta.

Questão 2 – Módulo Atero & Artero

Tira 2 Ao explorar o módulo Atero & Artero podemos verificar que as artérias de um indivíduo com aterosclerose se encontram _____.

Tabela 22 – Número de alunos que: levaram a Tira 2, responderam à questão e acertaram na resposta, tendo (ou não) explorado o módulo. Resultado que estes alunos tiveram no pós-teste

| | | | Pós-teste |
|-------------------------------|--------------|--------------------------------|-----------|
| Levaram a Tira | | 12 | |
| Responderam à Tira | | 7 | |
| Acertaram na resposta da Tira | totalmente | <i>Exploraram o módulo</i> | |
| | | <i>Não exploraram o módulo</i> | |
| | parcialmente | <i>Exploraram o módulo</i> | |
| | | <i>Não exploraram o módulo</i> | |

Pós - Teste – Questão 2

As artérias de um indivíduo com aterosclerose...

| | | |
|---|---|----------|
| A | encontram-se obstruídas com depósitos de colesterol. | correcta |
| B | encontram-se obstruídas com depósitos de hemoglobina. | |
| C | encontram-se desobstruídas. | |
| D | são rígidas. | |

Tabela 23 – Número de alunos que: levaram a Tira 2, referente a esta questão do pós-teste, exploraram o módulo respectivo e que acertaram (total ou parcialmente) na resposta

| Levaram a tira | Exploraram o módulo | Respondem à questão | Acertam tudo |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 12 | 7 | 10 | 5 |

Na figura 19, apresenta-se a evolução da cotação média da questão 2 do pré-teste para o pós-teste, no intervalo [0, 1].

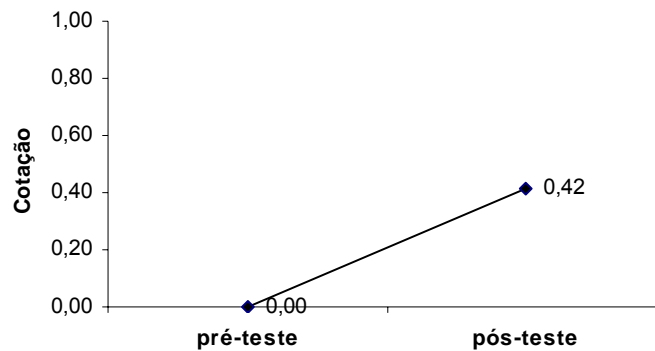


Figura 19 – Cotação média obtida, na questão 2, pelos doze alunos que levaram a Tira 2

À primeira vista parece que houve uma evolução positiva do pré para o pós-teste. Aplicámos um teste *t-student* para amostras emparelhadas (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados para o confirmar.

Tabela 24 – Cotação média obtida, para a questão 2, nos pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | n | Cotação média | | t_{exp} | t_{crit} |
|---------|----|---------------|-----------|-----------|------------|
| | | Pré-teste | Pós-teste | | 0,95 |
| 2 | 12 | 0,00 | 0,42 | 2,803 | 1,796 |

O que verificamos, pela análise da tabela 24, é que os resultados obtidos nos dois testes apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| > t_{crit}$, para um nível de confiança de 95%, o que nos leva a rejeitar H_0 .

Estes resultados poderão indicar que houve aprendizagem durante a visita.

Atendendo agora à forma como os alunos que não levaram a Tira 2 responderam à questão 2 do pós-teste. Haverá diferenças significativas entre as respostas dadas pelos alunos à questão Tira e as respostas dadas, no pós-teste, à questão 2, pelos alunos que não levaram a Tira 2?

Para dar resposta a esta questão foi aplicado aos resultados um teste *t-student* (Glass e Hopkins, 1996) para amostras independentes:

Tabela 25 – Cotação média obtida, para a questão 2, nos pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | Tira que levou | n | | Cotação média | | t_{exp} | $t_{crit} 0,95$ | | |
|---------|----------------|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------|
| | | Pré-teste | Pós-teste | Pré-teste | Pós-teste | | n.g.l. = n(pre-teste-1) | n.g.l. = n(pos-teste-1) | |
| 2 | 1 | 12 | 13 | 0,00 | 0,308 | 0,922 | 1,796 | 1,782 | |
| | 3 | | 17 | | 0,294 | | | 0,811 | 1,746 |
| | 4 | | 11 | | 0,545 | | | 0,998 | 1,812 |
| | 5 | | 11 | | 0,273 | | | 0,998 | 1,812 |
| | 6 | | 13 | | 0,231 | | | 0,922 | 1,782 |

O que verificamos, pela análise da tabela 25, é que para um nível de significância de 95%, os resultados obtidos nos dois testes não apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| < t_{crit}$ o que nos leva a aceitar H_0 .

Quanto à forma como os doze alunos que levaram a Tira 2 responderam à questão 2 do pós-teste:

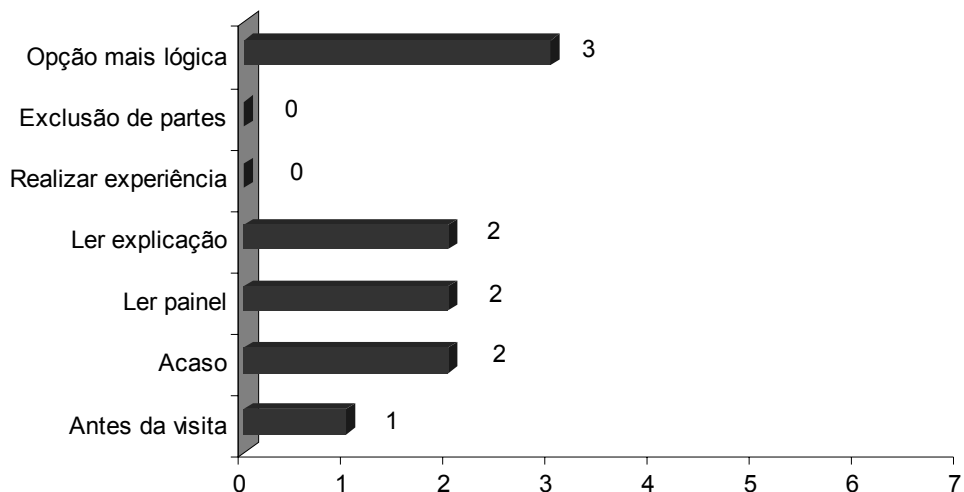


Figura 20 – Gráfico representativo da forma como os visitantes que levaram a Tira 2 responderam à questão 2 do pós-teste

Os visitantes encontravam a resposta a esta questão na explicação da experiência/módulo Atero & Artero.

Questão 3 – Módulo Atero & Artero

Tira 3 Ao explorar o módulo Atero & Artero encontramos informação sobre aneurismas arteriais que são _____ e que podem ser causados _____.

Tabela 26 – Número de alunos que: levaram a Tira 3, responderam à questão e acertaram na resposta, tendo (ou não) explorado o módulo. Resultado que estes alunos tiveram no pós-teste

| | | | | Pós-teste |
|-------------------------------|--------------|--------------------------------|---|-----------|
| Levaram a Tira | | 17 | | |
| Responderam à Tira | | 9 | | |
| Acertaram na resposta da Tira | totalmente | <i>Exploraram o módulo</i> | 4 | 1 |
| | | <i>Não exploraram o módulo</i> | 2 | |
| | parcialmente | <i>Exploraram o módulo</i> | | 2 |
| | | <i>Não exploraram o módulo</i> | | |

Pós - Teste – Questão 3

Um aneurisma...

| | | |
|---|--|----------|
| A | é uma dilatação anormal permanente da parede de uma artéria. | correcta |
| B | é uma dilatação normal provisória da parede de uma artéria. | |
| C | arterial pode ser causado pela hipertensão arterial. | correcta |
| D | arterial pode ser minimizado pela hipertensão arterial. | |

Tabela 27 – Número de alunos que: levaram a Tira 3, referente a esta questão do pós-teste, exploraram o módulo respectivo e que acertaram (total ou parcialmente) na resposta

| Levaram a tira | Exploraram o módulo | Respondem à questão | Só Acertam A | Só Acertam C | Acertam tudo |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| 17 | 11 | 17 | 7 | 2 | 1 |

Na figura 21, apresenta-se a evolução da cotação média da questão 3 do pré-teste para o pós-teste, no intervalo [0, 1].

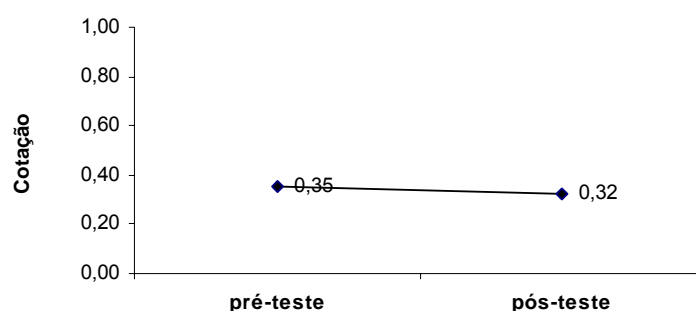


Figura 21 – Cotação média obtida, na questão 3, pelos dezassete alunos que levaram a Tira 3

À primeira vista parece que houve uma evolução negativa do pré para o pós-teste. Aplicámos um teste *t-student* para amostras emparelhadas (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados para o confirmar.

Tabela 28 – Cotação média obtida, para a questão 3, nos pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | n | Cotação média | | t_{exp} | t_{crit} |
|---------|----|---------------|-----------|-----------|------------|
| | | Pré-teste | Pós-teste | | 0,95 |
| 3 | 17 | 0,35 | 0,32 | 0,212 | 1,746 |

O que verificamos, pela análise da tabela 28, é que, apesar de serem diferentes, os resultados obtidos nos dois testes não apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| < t_{crit}$, para um nível de confiança de 95%, o que nos leva a aceitar H_0 .

Estes resultados parecem indicar que não houve aprendizagem, que algo na exposição terá funcionado ao contrário.

Atendendo agora à forma como estes dezassete alunos, que levaram a 3, responderam à questão 3 do pós-teste:

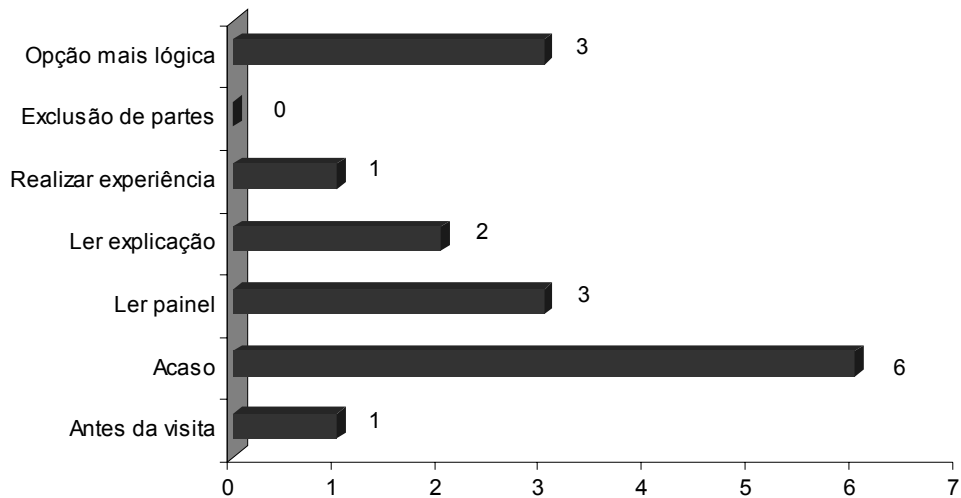


Figura 22 – Gráfico representativo da forma como os visitantes que levaram a Tira 3 responderam à questão 3 do pós-teste

A resposta a esta questão encontra-se no painel junto ao módulo Atero & Artero.

Questão 4 – Módulo Caixa Ultravioleta

Tira 4 Ao explorar o módulo Caixa Ultravioleta, podemos verificar que o efeito da luz ultravioleta ao incidir sobre os materiais é _____ do da luz normal e pode ser _____ pelo uso de protector solar.

Tabela 29 – Número de alunos que: levaram a Tira 4, responderam à questão e acertaram na resposta, tendo (ou não) explorado o módulo. Resultado que estes alunos tiveram no pós-teste

| | | Pós-teste | |
|-------------------------------|--------------|--------------------------------|---|
| Levaram a Tira | | 11 | |
| Responderam à Tira | | 4 | |
| Acertaram na resposta da Tira | totalmente | <i>Exploraram o módulo</i> | 1 |
| | | <i>Não exploraram o módulo</i> | 1 |
| | parcialmente | <i>Exploraram o módulo</i> | 2 |
| | | <i>Não exploraram o módulo</i> | 3 |

Pós - Teste – Questão 4

O efeito da luz ultravioleta...

| | | |
|---|--|----------|
| A | ao incidir sobre os materiais é idêntico ao efeito da luz normal. | |
| B | ao incidir sobre alguns materiais é diferente do efeito da luz normal. | correcta |
| C | é minimizado pelo uso de protector solar. | correcta |
| D | não é alterado pelo uso de protector solar. | |

Tabela 30 – Número de alunos que: levaram a Tira 4, referente a esta questão do pós-teste, exploraram o módulo respectivo e que acertaram (total ou parcialmente) na resposta.

| Levaram a tira | Exploraram o módulo | Respondem à questão | Só Acertam B | Só Acertam C | Acertam tudo |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| 11 | 5 | 10 | 5 | 3 | 0 |

Na figura 23, apresenta-se a evolução da cotação média da questão 4 do pré-teste para o pós-teste, no intervalo [0, 1].

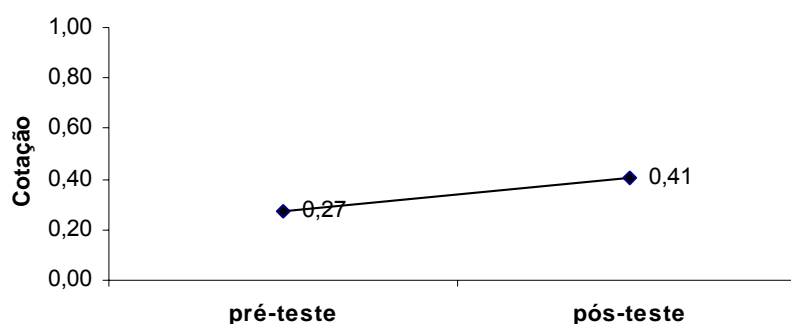


Figura 23 – Cotação média obtida, na questão 4 pelos onze alunos que levaram a Tira 4

À primeira vista parece que houve uma evolução positiva do pré para o pós-teste. Aplicámos um teste *t-student* para amostras emparelhadas (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados para o confirmar.

Tabela 31 – Cotação média obtida, para a questão 4, no pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | n | Cotação média | | t_{exp} | t_{crit} |
|---------|----|---------------|-----------|-----------|------------|
| | | Pré-teste | Pós-teste | | |
| 4 | 11 | 0,27 | 0,41 | 1,000 | 1,812 |

O que verificamos, pela análise da tabela 14, é que, apesar de serem diferentes, os resultados obtidos nos dois testes não apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| < t_{crit}$, para um nível de confiança de 95%, o que nos leva a aceitar H_0 .

Estes resultados parecem indicar que não houve aprendizagem, que algo na exposição terá funcionado ao contrário.

Atendendo agora à forma como os onze alunos, que levaram a Tira 4, responderam à questão 4 do pós-teste:

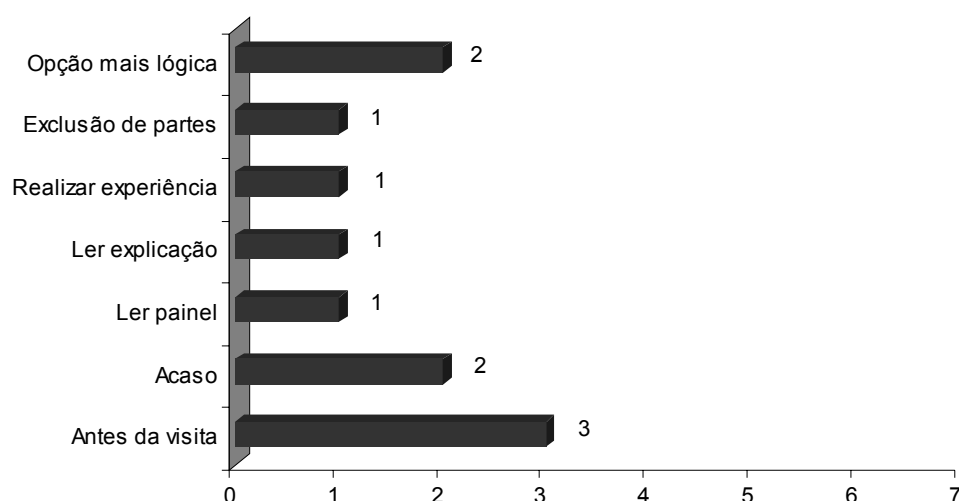


Figura 24 – Gráfico representativo da forma como os visitantes que levaram a Tira 4 responderam à questão 4 do pós-teste

Os visitantes encontravam a resposta esta questão ao realizar a experiência Caixa Ultravioleta.

Questão 5 – Módulo Caixa Ultravioleta

Tira 5 Ao explorar o módulo Caixa Ultravioleta, descobrimos que a exposição à luz solar provoca reacções na pele responsáveis pelo _____, contribui para a síntese de _____ e é essencial à absorção do _____ no intestino.

Tabela 32 – Número de alunos que: levaram a Tira 5, responderam à questão e acertaram na resposta, tendo (ou não) explorado o módulo. Resultado que estes alunos tiveram no pós-teste.

| | | Pós-teste | |
|-------------------------------|--------------|--------------------------------|---|
| Levaram a Tira | | 12 | |
| Responderam à Tira | | 6 | |
| Acertaram na resposta da Tira | totalmente | <i>Exploraram o módulo</i> | 2 |
| | | <i>Não exploraram o módulo</i> | |
| | parcialmente | <i>Exploraram o módulo</i> | 2 |
| | | <i>Não exploraram o módulo</i> | |

Pós - Teste – Questão 5

A exposição à luz solar...

| | | |
|---|--|----------|
| A | provoca reacções na pele responsáveis pelo bronzeamento. | correcta |
| B | provoca reacções de branqueamento da pele. | |
| C | contribui para a síntese de Vitamina D. | correcta |
| D | é essencial à absorção do elemento cálcio no intestino. | correcta |

Tabela 33 – Número de alunos que: levaram a Tira 5, referente a esta questão do pós-teste, exploraram o módulo respectivo e que acertaram (total ou parcialmente) na resposta.

| Levaram a tira | Exploraram o módulo | Respondem à questão | Só Acertam A | Só Acertam C | Só Acertam D | Acertam tudo |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 12 | 5 | 10 | 3 | 3 | 1 | 0 |

Na figura 25, apresenta-se a evolução da cotação média da questão 5 do pré-teste para o pós-teste, no intervalo [0, 1].

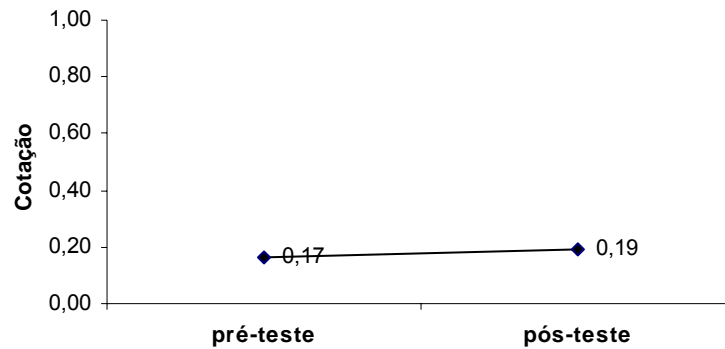


Figura 25 – Cotação média obtida, na questão 5, pelos doze alunos que levaram a Tira 5

À primeira vista parece que houve uma evolução positiva do pré para o pós-teste. Aplicámos um teste *t-student* para amostras emparelhadas (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados para o confirmar.

Tabela 34 – Cotação média obtida, para a questão 5, nos pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | n | Cotação média | | t_{exp} | t_{crit} |
|---------|----|---------------|-----------|-----------|-------------|
| | | Pré-teste | Pós-teste | | 0,95 |
| 5 | 12 | 0,17 | 0,19 | 0,266 | 1,796 |

O que verificamos, pela análise da tabela 34, é que, apesar de serem diferentes, os resultados obtidos nos dois testes não apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| < t_{crit}$, para um nível de confiança de 95%, o que nos leva a aceitar H_0 .

Estes resultados parecem indicar que não houve aprendizagem, que algo na exposição terá funcionado ao contrário.

Atendendo agora à forma como estes doze alunos, que levaram a Tira 5, responderam à questão 5 do pós-teste:

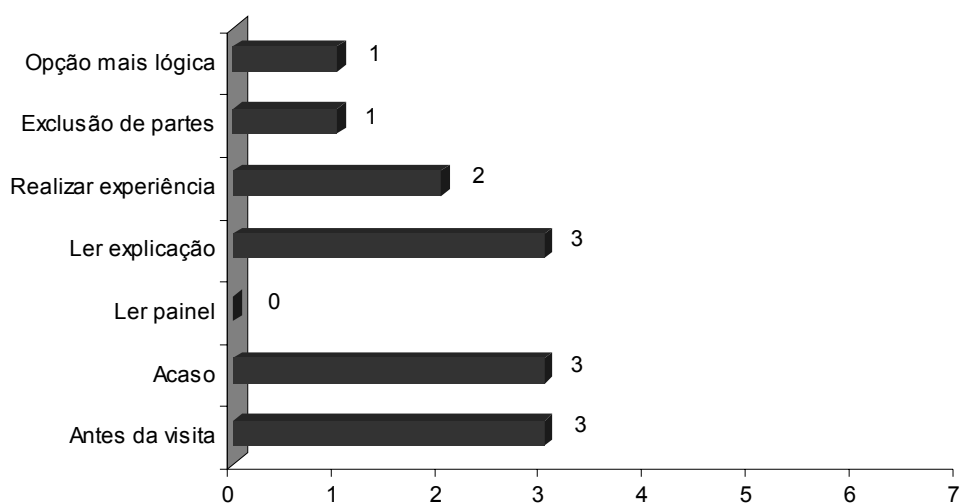


Figura 26 – Gráfico representativo da forma como os visitantes que levaram a Tira 5 responderam à questão 5 do pós-teste

Os visitantes encontravam a resposta a esta questão no painel junto ao módulo Caixa Ultravioleta.

Questão 6 – Módulo Caixa Ultravioleta

Tira 6 Ao explorar o módulo Caixa-Ultravioleta, podemos testar a validade de notas de banco iluminando-as com luz ultravioleta, de forma a testar a _____ de certas figuras.

Tabela 35 – Número de alunos que: levaram a Tira 6, responderam à questão e acertaram na resposta, tendo (ou não) explorado o módulo. Resultado que estes alunos tiveram no pós-teste.

| | | Pós-teste |
|-------------------------------|--------------|--------------------------------|
| Levaram a Tira | | 13 |
| Responderam à Tira | | 8 |
| Acertaram na resposta da Tira | totalmente | <i>Exploraram o módulo</i> |
| | | <i>Não exploraram o módulo</i> |
| | parcialmente | <i>Exploraram o módulo</i> |
| | | <i>Não exploraram o módulo</i> |

Pós - Teste – Questão 6

Para testar a validade de notas de banco, podemos iluminá-las com luz ultravioleta de forma a...

| | | |
|---|--|----------|
| A | garantir que a sua cor não é alterada. | |
| B | testar o aparecimento de diferentes cores. | correcta |
| C | testar a fosforescência de certas figuras. | |
| D | testar a fluorescência de certas figuras. | correcta |

Tabela 36 – Número de alunos que: levaram a Tira 6, referente a esta questão do pós-teste, exploraram o módulo respectivo e que acertaram (total ou parcialmente) na resposta

| Levou a tira | Explorou o módulo | Responde à questão | Só Acertam B | Só Acertam D | Acertam tudo |
|--------------|-------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| 13 | 4 | 13 | 8 | 1 | 0 |

Na figura 27, apresenta-se a evolução da cotação média da questão 6 do pré-teste para o pós-teste, no intervalo [0, 1].

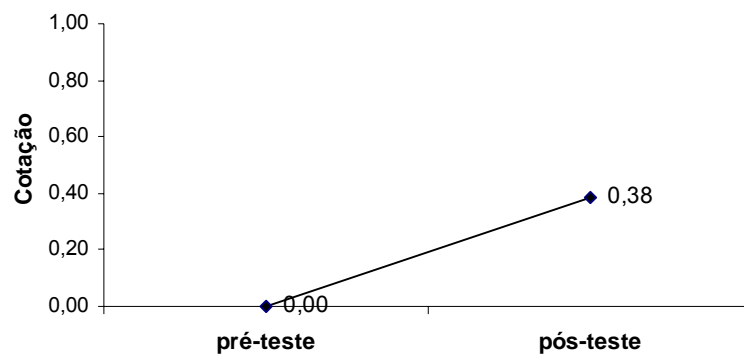


Figura 27 – Cotação média obtida, na questão 6, pelos treze alunos que levaram a Tira 6

À primeira vista parece que houve uma evolução positiva do pré para o pós-teste. Aplicámos um teste *t-student* para amostras emparelhadas (Glass e Hopkins, 1996) aos resultados para o confirmar.

Tabela 37 – Cotação média obtida, para a questão 6, nos pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | n | Cotação média | | t_{exp} | t_{crit} |
|---------|----|---------------|-----------|-----------|---------------|
| | | Pré-teste | Pós-teste | | |
| 6 | 13 | 0,00 | 0,38 | 6,325 | 0,95 1,782 |

O que verificamos, pela análise da tabela 37, é que os resultados obtidos nos dois testes apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| > t_{crit}$, para um nível de confiança de 95%, o que nos leva a rejeitar H_0 .

Estes resultados poderão indicar que houve aprendizagem durante a visita à exposição.

Atendendo agora à forma como os alunos que não levaram a Tira 6 responderam à questão 6 do pós-teste. Haverá diferenças significativas entre as respostas dadas pelos alunos à questão Tira e as respostas dadas, no pós-teste, à questão 6, pelos alunos que não levaram a Tira 6?

Para dar resposta a esta questão foi aplicado aos resultados um teste *t-student* para amostras independentes (Glass e Hopkins, 1996):

Tabela 38 – Cotação média obtida, para a questão 6, no pré e pós-testes. Valor de t_{exp} obtido aquando do teste da validade de H_0

| Questão | Tira que levou | n | | Cotação média | | t_{exp} | $t_{crit} 0,95$ | | |
|---------|----------------|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------|
| | | Pré-teste | Pós-teste | Pré-teste | Pós-teste | | n.g.l. = n(pre-teste-1) | n.g.l. = n(pos-teste-1) | |
| 6 | 1 | 13 | 13 | 13 | 0,269 | 0,961 | 1,782 | 1,782 | |
| | 2 | | 10 | | 0,200 | | | 1,089 | 1,812 |
| | 3 | | 17 | | 0,235 | | | 0,845 | 1,746 |
| | 4 | | 11 | | 0,273 | | | 1,041 | 1,796 |
| | 5 | | 11 | | 0,250 | | | 0,998 | 1,796 |

O que verificamos, pela análise da tabela 38, é que para um nível de significância de 95%, os resultados obtidos nos dois testes não apresentam desvios significativos, pois $|t_{exp}| < t_{crit}$ o que nos leva a aceitar H_0 .

Atendendo agora à forma como estes treze alunos, que levaram a Tira 6, responderam à questão 6 do pós-teste:

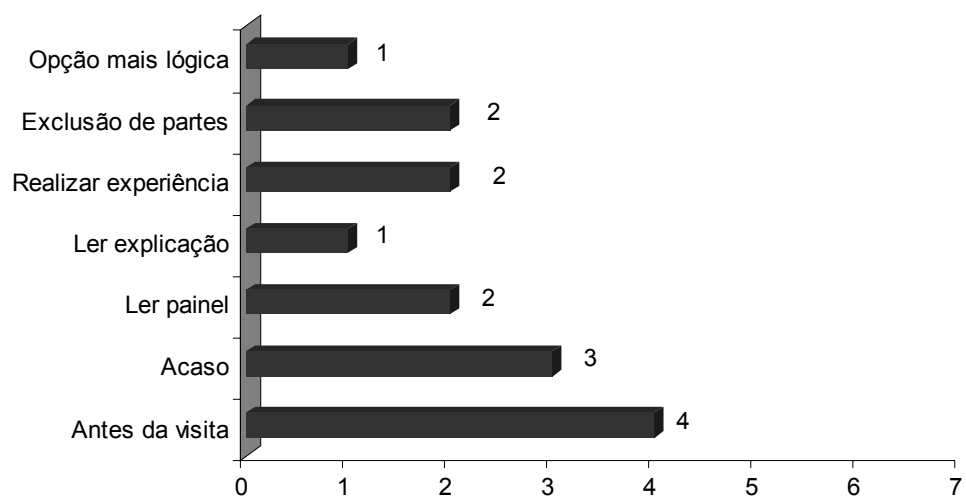


Figura 28 – Gráfico representativo da forma como os visitantes que levaram a Tira 6 responderam à questão 6 do pós-teste

Os visitantes encontravam a resposta a esta questão na explicação da experiência Caixa Ultravioleta.

Observação

Nas tabelas 39 e 40 encontram-se as grelhas de observação para cada um dos módulos analisados (Atero & Artero e Caixa Ultravioleta).

Ao analisar estas grelhas, tivemos em atenção o facto de terem participado cento e três alunos no primeiro estudo e setenta e oito neste segundo estudo.

Destes setenta e oito alunos, a investigadora observou cerca de 1/6 a explorar o módulo Atero & Artero (ver tabela 39). Observaram-se doze alunos a dirigirem-se à experiência, a ler os textos associados e depois ir embora, sem realizar a experiência. Três dos alunos leram a instrução enquanto realizavam a experiência. Não se observou nenhum dos alunos a accionar as hastes das duas bombas ao mesmo tempo. Neste estudo observaram-se alunos a ler os textos associados ao módulo depois de o explorarem. Estes alunos pareciam procurar a resposta à questão Tira. No primeiro estudo, todos os alunos se iam embora após realizar a experiência.

Como se verifica pela análise da tabela 40, a investigadora observou cerca de 1/7 dos alunos que participaram neste estudo a explorar o módulo Caixa Ultravioleta. Verifica-se, em geral, a mesma tendência que se verificou na observação do módulo Atero & Artero. Diminuiu o número de alunos a explorar o módulo sem ler as instruções, em relação ao primeiro estudo. Mais alunos realizaram a experiência lendo as instruções, tendo alguns chegado a testar a eficácia da placa de protector solar disponível (o que não se verificou no primeiro estudo). De referir que embora nenhum aluno tenha lido os textos associados ao módulo depois de o explorar, houve alguns que leram os textos sem realizar a experiência. Esses alunos pareciam tentar, dessa forma, responder à questão Tira.

Tabela 39 – Grelha de observação do módulo Atero & Artero ⁷

| | | | |
|--|-----------------------------------|--------------------------------------|----|
| Antes de realizar a experiência | Lê o painel | | |
| | Lê o desafio | | |
| | Dirige-se logo para a experiência | | 12 |
| Observa | E avança | | |
| | Outros a fazer a experiência | | |
| Lê | E avança | | 3 |
| | E implica-se na experiência | Acciona a haste da bomba da esquerda | 2 |
| | | Imita o bater do coração | 2 |
| | | Acciona a haste da bomba da direita | 1 |
| | | Imita o bater do coração | 1 |
| | Experimenta | Sozinho | |
| | | Em grupo | 3 |
| | | Com cuidado | 1 |
| | | Sem cuidado | |
| | Manuseia facilmente | | 3 |
| Manuseia com dificuldade | Consegue sozinho | | |
| | Pede ajuda | | |
| | Desiste | | |
| Não lê | E implica-se na experiência | Acciona a haste da bomba da esquerda | 5 |
| | | Imita o bater do coração | 5 |
| | | Acciona a haste da bomba da direita | 1 |
| | | Imita o bater do coração | 1 |
| | Experimenta | Sozinho | 3 |
| | | Em grupo | 3 |
| | | Com cuidado | 3 |
| | | Sem cuidado | 1 |
| | Manuseia facilmente | | 5 |
| | Manuseia com dificuldade | Consegue sozinho | |
| Pede ajuda | | | |
| Desiste | | | |
| Após a realização da experiência | Lê a instrução | | |
| | Lê as explicações | | 3 |
| | Lê os painéis | | 2 |
| | Lê os desafios | | |
| | Discute com os amigos | | 2 |
| | Vai embora | | 6 |
| Tempo que passa na actividade (min) | | | <1 |

⁷ 12 dos alunos observados no 2º estudo, dirigiam-se à experiência, liam/contemplavam a respectiva instrução e explicação e depois iam embora.

Tabela 40 – Grelha de observação do módulo Caixa Ultravioleta

| | | | |
|---|-----------------------------------|--|-----|
| Antes de realizar a experiência | Lê o painel | | |
| | Lê o desafio | | |
| | Dirige-se logo para a experiência | | 11 |
| Observa | E avança | | 1 |
| | Outros a fazer a experiência | | |
| Lê | E avança | | 2 |
| | E implica-se na experiência | Acende uma lâmpada de cada vez | 5 |
| | | Compara o efeito da luz normal ao incidir nos vários materiais | 4 |
| | | Compara o efeito da luz ultravioleta ao incidir nos vários materiais | 5 |
| | | Coloca sobre os materiais uma placa com creme solar. Observa | 4 |
| | | Testa a eficácia de óculos de sol | |
| | | Experimenta | |
| | | Sozinho | |
| | | Em grupo | 6 |
| | | Com cuidado | |
| | | Sem cuidado | |
| | Manuseia facilmente | 2 | |
| | Manuseia com dificuldade | | |
| | | Consegue sozinho | |
| | | Pede ajuda | |
| | | Desiste | |
| Não lê | E implica-se na experiência | Acende uma lâmpada de cada vez | 3 |
| | | Compara o efeito da luz normal ao incidir nos vários materiais | 1 |
| | | Compara o efeito da luz ultravioleta ao incidir nos vários materiais | 1 |
| | | Coloca sobre os materiais uma placa com creme solar. Observa | 1 |
| | | Testa a eficácia de óculos de sol | |
| | | Experimenta | |
| | | Sozinho | |
| | | Em grupo | 2 |
| | | Com cuidado | |
| | | Sem cuidado | |
| | | Manuseia facilmente | 1 |
| | Manuseia com dificuldade | | |
| | | Consegue sozinho | |
| | | Pede ajuda | |
| | | Desiste | |
| Após a realização da experiência | Lê a instrução | | |
| | Lê as explicações | | |
| | Lê os painéis | | |
| | Lê os desafios | | |
| | Discute com os amigos | | |
| | Vai embora | | 5 |
| Tempo que passa na actividade (min) | | | 5<1 |

2.3 Conclusões

Q₂: Será que ocorre aprendizagem durante a visita à exposição “Em boa forma... com a Ciência”, ou apenas diversão?

Ao analisar os resultados obtidos neste estudo, verificou-se uma evolução positiva da cotação média obtida da questão (Tira) para o pós-teste, nas questões 1, 2, 4, 5 e 6, o que revela uma progressão em relação ao primeiro estudo, em que a evolução global foi negativa.

Ao aplicar um teste *t-student* aos resultados obtidos nas questões 2 e 6, em que houve uma evolução positiva das cotações médias do pré para o pós-testes, estes indicam a existência de diferenças significativas entre os resultados das Tiras e pós-teste. Decidimos então relacionar os resultados obtidos nas Tiras 2 e 6 com os resultados do pós-teste dos alunos que não levaram estas Tiras. Para tal, aplicámos aos resultados um teste *t-student* para amostras independentes (Glass e Hopkins, 1996). Verificámos que não há diferenças significativas entre eles. Estes factos poderão prenunciar que, para os alunos que levaram estas Tiras (2 e 6), terá havido aprendizagem durante a visita.

Q₁: Como se comporta/age o visitante numa exposição de ciência num espaço de aprendizagem não formal?

A observação efectuada durante a parte livre da visita permitiu observar vários alunos a contemplar/ler os textos associados a ambos os módulos em estudo, de forma a tentar dar resposta à questão da Tira que lhes havia sido entregue. Quando não encontravam a resposta, os alunos dirigiam-se a um dos monitores ou ao professor pedindo ajuda. Esta é uma evolução em relação ao primeiro estudo, em que poucos alunos contemplavam/liam os textos associados aos módulos em estudo.

Q₃: O estímulo de leitura usado é eficaz?

Com a introdução do estímulo de leitura, verifica-se uma evolução em relação ao primeiro estudo, em que verificámos que os alunos não liam e não obtivemos respostas para as questões de investigação.

Reflexões Finais



Reflexões Finais

Neste capítulo é apresentada uma síntese das principais conclusões e efectuada uma reflexão final sobre o trabalho desenvolvido.

No final são apresentadas algumas sugestões para futuras investigações.

1. Reflexões Finais e Conclusões

Este trabalho de investigação surgiu da necessidade de analisar a interacção dos visitantes do Exploratório com dois dos módulos interactivos da exposição “Em boa forma... com a Ciência”, no sentido de optimizar os módulos e a informação a eles associada.

Foi planeado e realizado um primeiro estudo, com alunos do 8º ano de escolaridade, recorrendo a um pré-teste e a um pós-teste (imediatamente antes e imediatamente após a visita) e a grelhas de observação, como instrumentos de recolha de dados.

Ao analisar os resultados obtidos, verificou-se uma evolução negativa, do pré para o pós-teste, das cotações médias globais e das cotações parciais obtidas na maioria das questões. Estes resultados não eram os previstos, e parecem indicar que não houve aprendizagem durante a visita.

Cruzando estes dados com os da observação efectuada, em que se constatou que dos cento e três alunos que participaram no estudo apenas três leram as instruções dos módulos em estudo ao realizarem as experiências, obtivemos resultados que vão ao encontro dos obtidos por Ferreira (2007), no sentido de que a leitura dos textos parece não ter um papel central na exploração que os alunos fazem dos módulos. Assim, o nosso propósito – avaliar a aprendizagem decorrente da leitura dos textos presentes nas experiências – não se conseguiu concretizar.

De forma a ultrapassar estas evidências, foi realizado um segundo estudo, também com alunos do 8º ano de escolaridade, tendo como base um trabalho realizado por Fonseca (2007).

Neste estudo foi testada a eficácia de um estímulo de leitura: foi entregue aos alunos uma questão (numa Tira de papel) e foi-lhes pedido que, durante a parte livre da visita, procurassem a resposta, sabendo que ela se encontrava junto a um dos dois módulos analisados.

Verificou-se uma melhoria em relação ao primeiro estudo, tendo-se obtido uma evolução positiva, da cotação média obtida, da questão (Tira) para o pós-teste, na maioria das questões.

Cruzando estes dados com os da observação efectuada durante a parte livre da visita, constatou-se que, como resposta ao estímulo, vários alunos liam os textos associados aos módulos em estudo e dirigiam-se aos monitores ou professores pedindo para os auxiliarem a encontrar as respostas às questões (Tiras).

Embora os resultados obtidos neste estudo não possam ser generalizados, apontam para a eficácia da utilização deste estímulo de leitura em contexto de visitas de grupos escolares à exposição “Em boa forma... com a Ciência”.

Para além destes resultados globais, há a referir algumas respostas erradas obtidas, de forma recorrente, nas questões parciais. Ao analisar os resultados obtidos, no pós-teste do primeiro e segundo estudos respectivamente, verificou-se que:

- 1/4 e 1/5 dos alunos seleccionou a opção errada “*As artérias de uma pessoa saudável... são rígidas.*”. No primeiro estudo houve mais alunos a seleccionarem esta opção no pós-teste do que no pré-teste.
 - Ao tentar averiguar a razão desta escolha foi identificada uma confusão entre os conceitos de rigidez e resistência ao nível do primeiro, segundo e terceiro ciclos do ensino básico.

- 1/4 e 1/5 dos alunos seleccionou a opção errada *“Para testar a validade de notas de banco, podemos iluminá-las com luz ultravioleta de forma a... testar a fosforescência de certas figuras.”*
 - Colaboradores do Exploratório que lidam diariamente com visitantes identificam esta confusão entre os conceitos de fluorescência e fosforescência, mesmo em faixas etárias mais elevadas.

Estes conceitos não são abordados ao nível do 8º ano de escolaridade, e os resultados obtidos apontam para a sua não assimilação durante a visita tanto no primeiro como no segundo estudo, mesmo recorrendo ao estímulo de leitura. Surge assim a necessidade de testar outras abordagens de forma a concretizar a aprendizagem desses conceitos no contexto de visitas de grupos escolares ao Exploratório.

2. Sugestões para futuras investigações

Muito há ainda para investigar sobre as visitas a Museus e Centros Interactivos de Ciência em todo o mundo.

A questão da aprendizagem que ocorre nestes locais (*Como ocorre? Quando ocorre? Que instrumentos utilizar para a medir?*) é central no estabelecimento de uma definição credível do papel educacional que os Museus e Centros Interactivos de Ciência desempenham na sociedade.

Este trabalho teve como base o de Fonseca (2007), que realizou uma investigação num centro comercial, dirigida ao público em geral, a partir dos 18 anos, tendo como base a exposição *“Sentir.com – A comunicação e os cinco sentidos”*. A pertinência deste estudo surgiu do facto de o estímulo ter sido aplicado a outra exposição (*“Em boa forma... com a Ciência”*) e ter sido dirigido a grupos escolares.

Fonseca (2007) para além do estímulo de leitura, oferecia outro estímulo: um lápis ou uma borracha a quem participasse no estudo. Surgiu a hipótese de

fazer algo semelhante, mas não se concretizou. De qualquer forma seria interessante reforçar a diferença de estímulos. Um material, outro cognitivo.

Estes resultados não podem ser generalizados, mas podiam ser testados outros estímulos:

- Sortear bilhetes de entrada no Exploratório no final da visita entre os visitantes que respondessem;
- Sortear bilhetes de entrada no Exploratório no final da visita entre os visitantes que respondessem correctamente;
- Oferecer bilhete de entrada no Exploratório no final da visita aos visitantes que respondessem correctamente;
- Incentivar os visitantes informando que se respondessem correctamente a uma questão no final da visita ganhavam um bilhete de entrada no Exploratório;
- Utilizar fichas de aprendizagem dirigida, como as referidas por Kisiel (2003), que podem ser fornecidas pela instituição ou elaboradas pelos professores e que parecem ter potencial para mediar um ambiente de aprendizagem potencialmente confuso, através de:
 - Ligação a actividades pós-visita;
 - Questões dirigidas aos objectos e não aos textos;
 - Questões de vários tipos (curtas/longas, abertas/fechadas, escritas/desenhos);
 - Informação não ambígua acerca de onde a informação pode ser obtida;
 - Formas de interacção social com os pares/colegas.

Mas é necessário ter em atenção que isto só funciona para visitas especiais... porque em 1 h 30 min não há tempo.

- Recorrer a técnicas como as usadas por Afonso (2007), em que a autora analisa a aprendizagem de conceitos de módulos interactivos tendo em conta uma determinada tipologia: módulos como exemplo de fenómenos e módulos baseados em analogias.

Bibliografia



Bibliografia

Afonso, A.; Gilbert, J. (2007). Educational Value of Different Types of Exhibits in an interactive Science and Technology Center. *Science Education*.

Anderson D.; Lucas, K.; Ginns, I. (2003). Theoretical Perspectives on Learning in an Informal Setting. *Journal of research in science teaching*, 40(2), 177-199.

Astor-Jack, T.; McCallie, E.; Balcerzak, P. (2007). Academic and Informal Science Education Practitioner Views About Professional Development in Science Education. *Science Teacher Education*, 604-628.

Barriault, C. (1999). The Science Center Learning Experience: A Visitor-Based Framework. *The Informal Learning Review*.

Bento, A. (2007). Articulação da educação formal e não formal. In *Educareducere*, Ano XIII - nº20. Castelo Branco.

Bogdan, R.; Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora.

Burnet, F. (2007). Taking Science to the public [Electronic Version]. *Colecção PÚBLICOS nº5, Comunicação de Ciência*. Retrieved Janeiro 2011 from http://www.setepes.pt/Portals/0/SetePesEdicoes/CP_CCiencia.pdf.

Caldeira, H. (2006). *Promover a Aprendizagem em museus e Centros de Ciência*. Paper presented at the Conference Educação em Ciência - Cultura e Cidadania.

Carmo, H.; Ferreira, M. (1988). *Metodologia da Investigação – Guia para auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.

CiênciaViva. (2010). Retrieved 16 de Dezembro, 2010, from <http://www.cienciaviva.pt/centroscv/rede/>.

- Cuesta, M.; Díaz M.; Echevarría, I.; Morentin M.; Pérez C. (2000). Los museos y centros de ciencia como ambientes de aprendizaje. *Alambique*, 26, 21-28.
- Dierking, L.; Pollock, W. (1998). Front-end studies: Where the museum and the community meet. *ASTC Newsletter*.
- Dierking, L.; Falk, J.; Rennie, L.; Anderson, L.; Ellenbogen, K. (2003). Policy Statement of the "Informal Science Education" Ad Hoc Committee. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2). 108-111.
- Culton, T. (1998). *Hands-on Exhibitions - Managing Interactive Museums and Science Centers*. New York: Routledge.
- Dorio, V.; Muñoz, S.; Rodríguez J.; Agis, J.; Rodríguez, A. (2007). Ciencias en las manos: aprendizaje informal. *Alambique*, 52, 107-116.
- Estrela, A. (1984). *Teoria e Prática de Observação de Classes - Uma Estratégia de Formação de Professores*. Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica.
- Falk, J.; Dierking, L. (1995). *Public Institutions for Personal Learning. Establishing a Research Agenda*. Washington, DC: American Association of Museums.
- Fernandes, A. (1999). *Para uma Sociologia da Cultura*. Porto, Campo das Letras.
- Formosinho, M. (2007). *Desafios a uma Teoria da Educação na Pós-Modernidade. Teoria da Educação - Contributos Ibéricos*. Coimbra, Imprensa da Universidade de Coimbra.

- Ferreira, L. (2007). *Textos em actividades de Ciência em ambiente informal: um exemplo e seu impacto*. Dissertação de Mestrado em Comunicação e Educação em Ciência da Secção Autónoma de Ciências Sociais, Jurídicas e Políticas da Universidade de Aveiro, não publicada.
- Fonseca, T. (2007). *Science Shopping: A participação do visitante na exposição Sentir.com*. Dissertação de Mestrado em Comunicação e Educação em Ciência da Secção Autónoma de Ciências Sociais, Jurídicas e Políticas da Universidade de Aveiro, não publicada.
- Gammon, B. (1999). Everything we currently know about making visitor-friendly mechanical interactives Or 28 painful lessons learnt. In S. Museum (Ed.). London.
- Glass, G.; Hopkins, K. (1996). *Statistical Methods in Education and Psychology*. Boston: Allyn & Bacon.
- Griffin, J. (2004). Research on Students and Museums: Looking More Closely at the Students in School Groups. *Wiley Periodicals*.
- Hooper-Greenhill, E. (2002). *The educational role of the museum*. London and New York: Routledge.
- ICOM, I. C. o. M. (2007). Retrieved 16 de Dezembro, 2010, from <http://icom.museum/who-we-are/the-vision/museum-definition.html>
- Kisiel, J. (2003). Teachers, Museums and Worksheets: A Closer Look at a Learning Experience. *Journal of Science Teacher Education*, 14(1), 3-21.
- Lucas, A. (1983). Scientific Literacy and Informal Learning. *Studies in Science Education*, 10, 1-36.

- Marandino, M.; Silveira, R.; Chelini, M.; Fernandes, A.; Rachid, V.; Martins, L.; Lourenço, M.; Fernandes, J.; Florentino, H.. A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz?.
- Martins, I. (2002). Educação e Educação em Ciências. In D. d. D. e. T. E. d. U. d. Aveiro (Ed.). Aveiro.
- Martins, I. (2006). *Educação em ciência, Cultura e desenvolvimento*. Paper presented at the Conference Educação em Ciência - Cultura e Cidadania.
- MManus, P. (1992). Topics in museums and science education. *Studies un Science Education*, 20, 157-182.
- Nature. (2010). Learning in the wild. *Nature*, 464(7290), 813-814.
- Oliva, J.; Matos, J.; Bueno, E.; Bonat, M.; Domínguez, J.; Vasquez, A.; Acevedo, J. (2004). Las exposiciones científicas escolares y su contribución en el ámbito afectivo de los alumnos participantes. *de las ciências* 22(3), 425-440.
- Páramo, E. (2001). Comunicación de la ciencia: inteligente e inteligible. *Alambique*, 30, 120-123.
- Pedrinaci, E. (1998). Qué aporta el medio que nos rodea al aprendizaje de las ciencias. *Alambique*, 18, 51-52.
- Pereira, D. (2007). *Nova educação na nova ciência para a nova sociedade. Fundamentos de uma pedagogia científica contemporânea*. Porto: Editora da Universidade do Porto.
- Pérez, C.; Molíni, A. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no

formales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 339-362.

Rennie, J., Feher, E., Dierking, L., Falk, J. (2003). Toward an Agenda for Advancing Research on Science Learning in Out-of-School Settings. *Journal of research in science teaching*, 40(2), 112-120.

Santos, C. (1996). *A utilidade de um museu de escola no ensino-aprendizagem da Física*. Dissertação de Mestrado em Ensino da Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, não publicada.

Savater, F. (1997). *O valor de Educar*. Lisboa.

Schatz, D. Field Trip Challenge: Finding Common Ground.

Tran, L. (2006). Teaching Science in Museums: The Pedagogy and Goals of Museum Educators. *Science Education*.

Tran, L. (2008). The work of science museum educators. *Museum Management and Curatorship*, 23(2), 135-153.

Anexos



1. Pré-Teste, 1º estudo

Com este questionário pretendemos investigar as tuas ideias em relação a alguns conteúdos abordados nos módulos analisados.

Contamos com o teu empenho e responsabilidade ao manifestares as tuas opiniões, mesmo que nunca tenhas estudado estes assuntos.

Para as questões seguintes selecciona a(s) que consideras correcta(s):

1. As artérias de uma pessoa saudável...

- encontram-se desobstruídas.
- têm depósitos de colesterol.
- têm a capacidade de se expandir.
- são rígidas.

2. As artérias de um indivíduo com aterosclerose...

- encontram-se obstruídas com depósitos de colesterol.
- encontram-se obstruídas com depósitos de hemoglobina.
- encontram-se desobstruídas.
- são rígidas.

3. Um aneurisma...

- é uma dilatação anormal permanente da parede de uma artéria.
- é uma dilatação normal provisória da parede de uma artéria.
- arterial pode ser causado pela hipertensão arterial.
- arterial pode ser minimizado pela hipertensão arterial.

4. O efeito da luz ultravioleta...

- ao incidir sobre os materiais é idêntico ao efeito da luz normal.
- ao incidir sobre alguns materiais é diferente do efeito da luz normal.
- é minimizado pelo uso de protector solar.
- não é alterado pelo uso de protector solar.

5. A exposição à luz solar...

- provoca reacções na pele responsáveis pelo bronzeamento.
- provoca reacções de branqueamento da pele.
- contribui para a síntese de Vitamina D.
- é essencial à absorção do elemento cálcio no intestino.

6. Para testar a validade de notas de banco, podemos iluminá-las com luz ultravioleta de forma a...

- garantir que a sua cor não é alterada.
- testar o aparecimento de diferentes cores.
- testar a fosforescência de certas figuras.
- testar a fluorescência de certas figuras.

2. Grelha de observação do módulo Caixa Ultravioleta

| | | Ano de escolaridade: | Data: | | | | | |
|--|-----------------------------------|--|-------------|--|--|--|--|--|
| Antes de realizar a experiência | Lê o painel | | | | | | | |
| | Lê o desafio | | | | | | | |
| | Dirige-se logo para a experiência | | | | | | | |
| Observa | E avança | | | | | | | |
| | Outros a fazer a experiência | | | | | | | |
| Lê | E avança | | | | | | | |
| | E implica-se na experiência | Acende uma lâmpada de cada vez | | | | | | |
| | | Compara o efeito da luz normal ao incidir nos vários materiais | | | | | | |
| | | Compara o efeito da luz ultravioleta ao incidir nos vários materiais | | | | | | |
| | | Coloca sobre os materiais uma placa com creme solar. Observa | | | | | | |
| | | Testa a eficácia de óculos de sol | | | | | | |
| | | Experimenta | Sozinho | | | | | |
| | | | Em grupo | | | | | |
| | | | Com cuidado | | | | | |
| | | | Sem cuidado | | | | | |
| | | Manuseia facilmente | | | | | | |
| Manuseia com dificuldade | Consegue sozinho | | | | | | | |
| | Pede ajuda | | | | | | | |
| | Desiste | | | | | | | |
| Não lê | E implica-se na experiência | Acende uma lâmpada de cada vez | | | | | | |
| | | Compara o efeito da luz normal ao incidir nos vários materiais | | | | | | |
| | | Compara o efeito da luz ultravioleta ao incidir nos vários materiais | | | | | | |
| | | Coloca sobre os materiais uma placa com creme solar. Observa | | | | | | |
| | | Testa a eficácia de óculos de sol | | | | | | |
| | | Experimenta | Sozinho | | | | | |
| | | | Em grupo | | | | | |
| | | | Com cuidado | | | | | |
| | | | Sem cuidado | | | | | |
| | | Manuseia facilmente | | | | | | |
| | Manuseia com dificuldade | Consegue sozinho | | | | | | |
| Pede ajuda | | | | | | | | |
| Desiste | | | | | | | | |
| Durante a realização da experiência demonstra | Interesse | | | | | | | |
| | Entusiasmo | | | | | | | |
| | Desinteresse | | | | | | | |
| | Aborrecimento | | | | | | | |
| Após a realização da experiência | Lê a instrução | | | | | | | |
| | Lê as explicações | | | | | | | |
| | Lê os painéis | | | | | | | |
| | Lê os desafios | | | | | | | |
| | Discute com os amigos | | | | | | | |
| | Vai embora | | | | | | | |
| Tempo que passa na actividade (min) | | | | | | | | |

3. Grelha de observação do módulo Atero & Artero

| | | Ano de escolaridade: | Data: | | | |
|--|-----------------------------------|--------------------------------------|-------|--|--|--|
| Antes de realizar a experiência | Lê o painel | | | | | |
| | Lê o desafio | | | | | |
| | Dirige-se logo para a experiência | | | | | |
| Observa | E avança | | | | | |
| | Outros a fazer a experiência | | | | | |
| Lê | E avança | | | | | |
| | E implica-se na experiência | Acciona a haste da bomba da esquerda | | | | |
| | | Imita o bater do coração | | | | |
| | | Acciona a haste da bomba da direita | | | | |
| | | Imita o bater do coração | | | | |
| | Experimenta | Sozinho | | | | |
| | | Em grupo | | | | |
| | | Com cuidado | | | | |
| | | Sem cuidado | | | | |
| | Manuseia facilmente | | | | | |
| Manuseia com dificuldade | Consegue sozinho | | | | | |
| | Pede ajuda | | | | | |
| | Desiste | | | | | |
| Não lê | E implica-se na experiência | Acciona a haste da bomba da esquerda | | | | |
| | | Imita o bater do coração | | | | |
| | | Acciona a haste da bomba da direita | | | | |
| | | Imita o bater do coração | | | | |
| | Experimenta | Sozinho | | | | |
| | | Em grupo | | | | |
| | | Com cuidado | | | | |
| | | Sem cuidado | | | | |
| | Manuseia facilmente | | | | | |
| | Manuseia com dificuldade | Consegue sozinho | | | | |
| Pede ajuda | | | | | | |
| Desiste | | | | | | |
| Durante a realização da experiência demonstra | Interesse | | | | | |
| | Entusiasmo | | | | | |
| | Desinteresse | | | | | |
| | Aborrecimento | | | | | |
| Após a realização da experiência | Lê a instrução | | | | | |
| | Lê as explicações | | | | | |
| | Lê os painéis | | | | | |
| | Lê os desafios | | | | | |
| | Discute com os amigos | | | | | |
| | Vai embora | | | | | |
| Tempo que passa na actividade (min) | | | | | | |

4. Pós-Teste, 1º estudo

Com este questionário pretendemos investigar as tuas ideias em relação a alguns conteúdos abordados nos módulos que analisaste.

Contamos com o teu empenho e responsabilidade ao manifestares as tuas opiniões, mesmo que nunca tenhas estudado estes assuntos.

1. Relativamente ao módulo “Atero & Artero”.

- Exploraste este módulo?

- O que é que te lembras dele?

- O que achas que aprendeste neste módulo?



- Para as questões seguintes selecciona a(s) que consideras correcta(s):

1) As artérias de uma pessoa saudável...

- encontram-se desobstruídas.
- têm depósitos de colesterol.
- têm a capacidade de se expandir.
- são rígidas.

2) As artérias de um indivíduo com aterosclerose...

- encontram-se obstruídas com depósitos de colesterol.
- encontram-se obstruídas com depósitos de hemoglobina.
- encontram-se desobstruídas.
- são rígidas.

3) Um aneurisma...

- é uma dilatação anormal permanente da parede de uma artéria.
- é uma dilatação normal provisória da parede de uma artéria.
- arterial pode ser causado pela hipertensão arterial.
- arterial pode ser minimizado pela hipertensão arterial.

| As opções que seleccionei resultam do que aprendi: | Questões | | |
|--|----------|-------|-------|
| | 1. 1) | 1. 2) | 1. 3) |
| ...antes da visita à exposição. | | | |
| ...respondi ao acaso. | | | |
| ... ao ler o painel. | | | |
| ... ao ler a explicação. | | | |
| ... ao realizar a experiência. | | | |
| ... respondi por exclusão de partes. | | | |
| ... escolhi a opção que me pareceu mais lógica. | | | |

2. Relativamente ao módulo “Caixa Ultravioleta”.

- Exploraste este módulo?

- O que é que te lembras dele?

- O que achas que aprendeste neste módulo?

- Para as questões seguintes selecciona a(s) que consideras correcta(s)

4) O efeito da luz ultravioleta...

- ao incidir sobre os materiais é idêntico ao efeito da luz normal.
- ao incidir sobre alguns materiais é diferente do efeito da luz normal.
- é minimizado pelo uso de protector solar.
- não é alterado pelo uso de protector solar.

5) A exposição à luz solar...

- provoca reacções na pele responsáveis pelo bronzeamento.
- provoca reacções de branqueamento da pele.
- contribui para a síntese de Vitamina D.
- é essencial à absorção do elemento cálcio no intestino.

6) Para testar a validade de notas de banco, podemos iluminá-las com luz ultravioleta de forma a...

- garantir que a sua cor não é alterada.
- testar o aparecimento de diferentes cores.
- testar a fosforescência de certas figuras.
- testar a fluorescência de certas figuras.



| As opções que seleccionei resultam do que aprendi: | Questões | | |
|--|----------|-------|-------|
| | 2. 4) | 2. 5) | 2. 6) |
| ...antes da visita à exposição. | | | |
| ...respondi ao acaso. | | | |
| ... ao ler o painel. | | | |
| ... ao ler a explicação. | | | |
| ... ao realizar a experiência. | | | |
| ... respondi por exclusão de partes. | | | |
| ... escolhi a opção que me pareceu mais lógica. | | | |

5. As Tiras

Tira 1:

Ao explorar o módulo Atero & Artero podemos comparar o fluxo sanguíneo de uma pessoa saudável com o fluxo sanguíneo de uma pessoa com _____ ou _____.

Tira 2:

Ao explorar o módulo Atero & Artero podemos verificar que as artérias de um indivíduo com aterosclerose se encontram _____.

Tira 3:

Ao explorar o módulo Atero & Artero encontramos informação sobre aneurismas arteriais que são _____ e que podem ser causados _____.

Tira 4:

Ao explorar o módulo Caixa Ultravioleta, podemos verificar que o efeito da luz ultravioleta ao incidir sobre alguns materiais é _____ do efeito da luz normal e pode ser _____ pelo uso de protector solar.

Tira 5:

Ao explorar o módulo Caixa Ultravioleta, descobrimos que a exposição à luz solar provoca reacções na pele responsáveis pelo _____, contribui para a síntese de _____ e é essencial à absorção do _____ no intestino.

Tira 6:

Ao explorar o módulo Caixa Ultravioleta, podemos testar a validade de notas de banco iluminando-as com luz ultravioleta, de forma a testar a _____ de certas figuras.

6. Pós-Teste, 2º estudo

Com este questionário pretendemos investigar as tuas ideias em relação a alguns conteúdos abordados nos módulos analisados.

Contamos com o teu empenho e responsabilidade ao manifestares as tuas opiniões, mesmo que nunca tenhas estudado estes assuntos.

1. Relativamente ao módulo “Atero & Artero”.

- Exploraste este módulo?
 - Sim
 - Não
- Para as questões seguintes selecciona a(s) que consideras correcta(s):

1) As artérias de uma pessoa saudável...

- encontram-se desobstruídas.
- têm depósitos de colesterol.
- têm a capacidade de se expandir.
- são rígidas.

A(s) opção(ões) que seleccionei ao responder a esta questão resultam do que aprendi:

| ...antes da visita à exposição. | ...respondi ao acaso. | ...ao ler o painel. | ...ao ler a explicação | ...ao realizar a experiência. | ...respondi por exclusão de partes | ...escolhi a opção que me pareceu mais lógica. |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| | | | | | | |

2) As artérias de um indivíduo com aterosclerose...

- encontram-se obstruídas com depósitos de colesterol.
- encontram-se obstruídas com depósitos de hemoglobina.
- encontram-se desobstruídas.
- são rígidas.

A(s) opção(ões) que seleccionei ao responder a esta questão resultam do que aprendi:

| ...antes da visita à exposição. | ...respondi ao acaso. | ...ao ler o painel. | ...ao ler a explicação | ...ao realizar a experiência. | ...respondi por exclusão de partes | ...escolhi a opção que me pareceu mais lógica. |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| | | | | | | |

3) Um aneurisma...

- é uma dilatação anormal permanente da parede de uma artéria.
- é uma dilatação normal provisória da parede de uma artéria.
- arterial pode ser causado pela hipertensão arterial.
- arterial pode ser minimizado pela hipertensão arterial.

A(s) opção(ões) que seleccionei ao responder a esta questão resultam do que aprendi:

| ...antes da visita à exposição. | ...respondi ao acaso. | ...ao ler o painel. | ...ao ler a explicação | ...ao realizar a experiência. | ...respondi por exclusão de partes | ...escolhi a opção que me pareceu mais lógica. |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| | | | | | | |



2. Relativamente ao módulo “Caixa Ultravioleta”.

- Exploraste este módulo?
 - Sim
 - Não
- Para as questões seguintes selecciona a(s) que consideras correcta(s):



4) O efeito da luz ultravioleta...

- ao incidir sobre os materiais é idêntico ao efeito da luz normal.
- ao incidir sobre alguns materiais é diferente do efeito da luz normal.
- é minimizado pelo uso de protector solar.
- não é alterado pelo uso de protector solar.

A(s) opção(ões) que seleccionei ao responder a esta questão resultam do que aprendi:

| | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| ...antes da visita à exposição. | ...respondi ao acaso. | ...ao ler o painel. | ...ao ler a explicação | ...ao realizar a experiência. | ...respondi por exclusão de partes | ...escolhi a opção que me pareceu mais lógica. |
| | | | | | | |

5) A exposição à luz solar...

- provoca reacções na pele responsáveis pelo bronzeamento.
- provoca reacções de branqueamento da pele.
- contribui para a síntese de Vitamina D.
- é essencial à absorção do elemento cálcio no intestino.

A(s) opção(ões) que seleccionei ao responder a esta questão resultam do que aprendi:

| | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| ...antes da visita à exposição. | ...respondi ao acaso. | ...ao ler o painel. | ...ao ler a explicação | ...ao realizar a experiência. | ...respondi por exclusão de partes | ...escolhi a opção que me pareceu mais lógica. |
| | | | | | | |

6) Para testar a validade de notas de banco, podemos iluminá-las com luz ultravioleta de forma a...

- garantir que a sua cor não é alterada.
- testar o aparecimento de diferentes cores.
- testar a fosforescência de certas figuras.
- testar a fluorescência de certas figuras.

A(s) opção(ões) que seleccionei ao responder a esta questão resultam do que aprendi:

| | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| ...antes da visita à exposição. | ...respondi ao acaso. | ...ao ler o painel. | ...ao ler a explicação | ...ao realizar a experiência. | ...respondi por exclusão de partes | ...escolhi a opção que me pareceu mais lógica. |
| | | | | | | |

7. Atero & Artero – Respostas às questões abertas

| “O QUE SE LEMBRAM?” | Valor | “O QUE ACHAM QUE APRENDERAM?” | Valor |
|--|--------------|--|--------------|
| “Quando puxávamos a água descia e quando puxávamos para baixo subia”. | V | “Penso que é a mesma coisa que a nossa respiração”. | F |
| “Quando puxávamos a alavanca, subia a água”. | V | “Achei que é divertido ver a água a subir consoante a força que colocarmos”. | F |
| “Foi feito com água”. | V | “Nada”. | F |
| “A pressão da água”. | V | “Como é a pressão da água”. | F |
| “Ao levantar uma alavanca não deitava água e ao baixar deitava água”. | V | “Nada”. | F |
| “Foi feito em água”. | V | “Não entendo o que está escrito”. | F |
| “Da luz normal”. | F | “Que o batimento cardíaco dos atletas é menor”. | F |
| “Que quando se baixava ia muito alto”. | V | “Tipos de sangue”. | F |
| “Que quando nós dávamos ar ele esguinjava”. | V | “Aprendi a descobrir como se descobrem os grupos e tipos sanguíneos”. | F |
| “Lembro-me de ouvir o batimento do meu coração”. | F | “Medir a tensão arterial”. | F |
| “Que a darmos à manivela a água esguicha 1,20 tipo o coração”. | F | “Acho que aprendi que a água sobe e desce”. | F |
| “Esguicho do coração”. | F | 11 F | |
| “Transfusão sanguínea”. | F | | |
| “Esguicho do coração”. | F | | |
| “A pulsação”. | F | | |
| “Media a pulsação”. | F | | |
| “Lembro-me que eu levantei e baixei uma alavanca e começou a deitar água”. | V | | |
| “Ele batia a velocidade do meu coração”. | F | | |
| “Que ponhamos as mãos e aquilo batia conforme o nosso coração”. | F | | |
| “Pouca coisa”. | F | | |
| “Tínhamos que puchar aquela “manivela” e água subia”. | V | | |
| “Lembro-me das experiências que fiz”. | F | | |
| “Que se dava às manivelas e a água subia”. | V | | |
| “Havia 2 manivelas, dávamos à manivela e a água subia”. | V | | |
| “Que tinha 2 manivelas, dávamos à manivela e a água subia”. | V | | |
| “Do coração dentro do vidro”. | F | | |
| “Que o sangue saltava”. | F | | |
| “Como funciona”. | F | | |
| “Do batimento cardíaco”. | F | | |
| “O batimento cardíaco”. | F | | |
| “Lembro do batimento cardíaco e da pressão arterial”. | F | | |
| “Que se dava à manibela e a água subia”. | V | | |

14 V + 18 F

8. Caixa Ultravioleta – Respostas às questões abertas

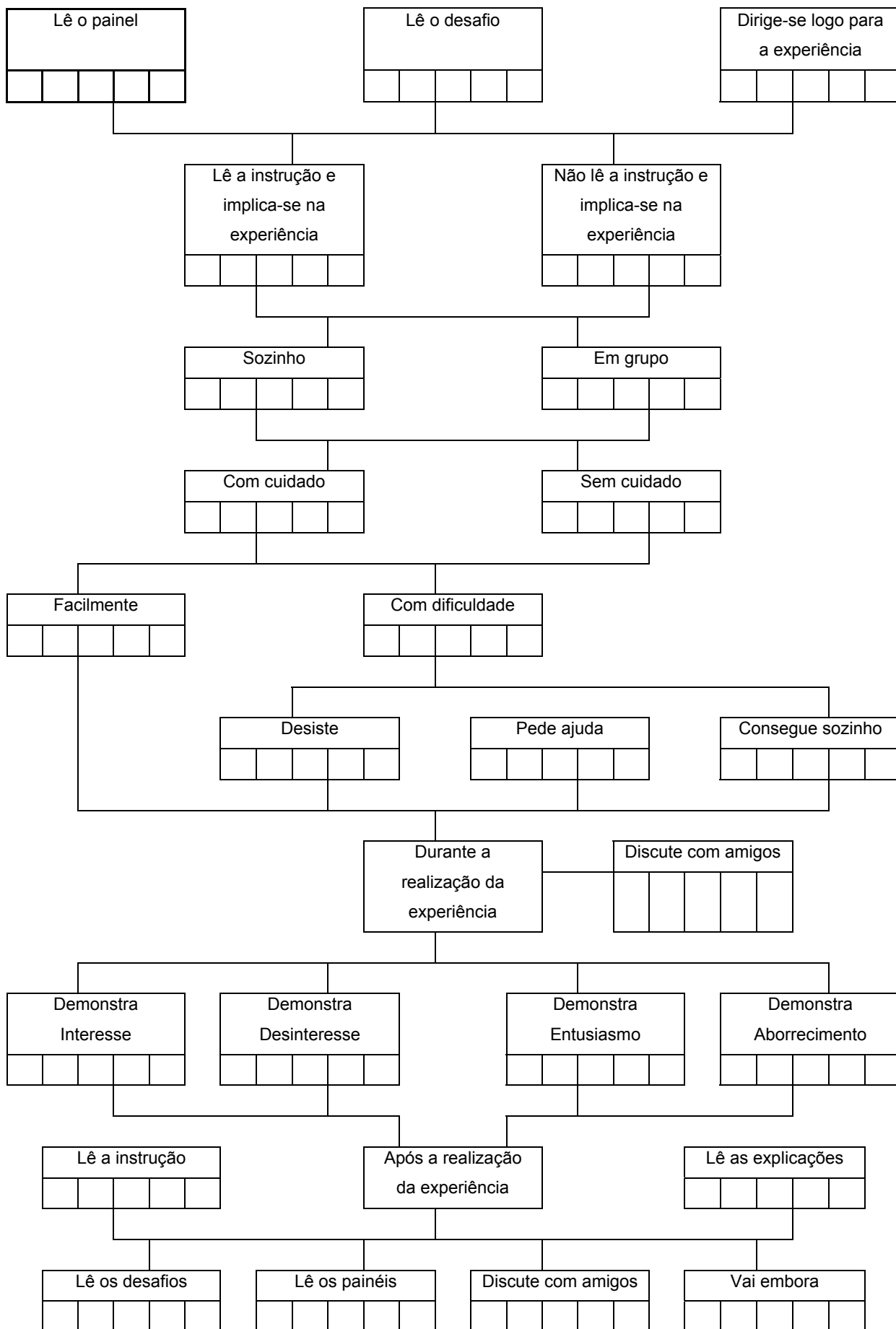
| <i>“O QUE SE LEMBRAM?”</i> | Valor | <i>“O QUE ACHAM QUE APRENDERAM?”</i> | Valor |
|---|--------------|---|--------------|
| <i>“Lembro-me de ver uma luz branca”.</i> | V | <i>“Não sei.”</i> | F |
| <i>“que faz diferentes formas”.</i> | V | <i>“A luz pode criar várias ilusões”.</i> | F |
| <i>“Da luz normal e ultravioleta”.</i> | V | <i>“Não consigo pensar porque comi 4 bolos e bebi uma coca cola”.</i> | F |
| <i>“Lembro-me de ver como é que era e de perceber como é a radiação ultravioleta”.</i> | V | <i>“Nada”.</i> | F |
| <i>“Espelhos”. “Luzes”.</i> | F | <i>“Aprendemos como tudo funciona”.</i> | F |
| <i>“Lembro que quando se ligava a luz ultravioleta alguns materiais ficavam fluorescentes”.</i> | V | <i>“Não percebi este módulo”.</i> | F |
| <i>“Que com a luz ultravioleta ficava azul e com luz normal branco”.</i> | V | <i>“A luz ultravioleta altera as cores dos objectos”.</i> | F |
| <i>“Que mudava as cores”.</i> | V | 7 F | |
| <i>“Que não funciona”.</i> | F | | |
| <i>“Tinha 2 botões”.</i> | V | | |
| <i>“Tínhamos de por objectos e observar o que acontece”.</i> | V | | |

9 V + 2 F

9. Grelha de observação 1

Tempo passado junto ao módulo (min): 1: ____; 2: ____; Tempo que passa na actividade (min): 1: ____; 2: ____

Módulo: Atero & Artero (A): _____; Caixa UV (C): _____



10. Grelha de observação 2

| | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|--|-------|--|-------|--|
| Escola: | | Ano de escolaridade: | | | Sexo: | | Data: | |
| Módulo: | | | | | | | | |
| Tempo passado junto ao módulo: | | | | | | | | |
| Nº de pessoas que apenas carregam nos botões/pedalam sem “pensar”: | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Antes de realizar a experiência | | Lê o painel | | | | | | |
| | | Lê o desafio | | | | | | |
| | | Dirige-se logo para a experiência | | | | | | |
| Experimenta | Lê a instrução e implica-se na experiência | Sozinho | Em grupo | | | | | |
| | | Com cuidado | Sem cuidado | | | | | |
| | | Facilmente | Com dificuldade | | | | | |
| | | | Consegue sozinho | | | | | |
| | | | Pede ajuda | | | | | |
| | | | Desiste | | | | | |
| | Não lê a instrução e implica-se na experiência | Sozinho | Em grupo | | | | | |
| | | Com cuidado | Sem cuidado | | | | | |
| | | Facilmente | Com dificuldade | | | | | |
| | | | Consegue sozinho | | | | | |
| | | | Pede ajuda | | | | | |
| | | | Desiste | | | | | |
| Durante a realização da experiência demonstra | | Interesse | Desinteresse | | | | | |
| | | Entusiasmo | Aborrecimento | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Após a realização da experiência | | Lê a instrução | | | | | | |
| | | Lê as explicações | | | | | | |
| | | Lê os painéis | | | | | | |
| | | Lê os desafios | | | | | | |
| | | Discute com os amigos | | | | | | |
| | | Vai embora | | | | | | |
| Tempo que passa na actividade | | | | | | | | |