



**Teresa Maria Batista
Fonseca**

***Science Shopping: A participação do visitante na
exposição *Sentir.com****



**Teresa Maria Batista
Fonseca**

***Science Shopping: A participação do visitante na
exposição Sentir.com***

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Comunicação e Educação em Ciência, realizada sob a orientação científica da Doutora Maria Helena Caldeira, Professora Associada do Departamento de Física da Universidade de Coimbra e membro do grupo da Unidade de Investigação em Didáctica e Tecnologias na Formação de Professores da Universidade de Aveiro

Ao

Dani e ao Danone

o júri

presidente

Prof. Doutora Isabel Maria Coelho de Oliveira Malaquias
professora associada da Universidade de Aveiro

vogal

Prof. Doutor Victor Manuel Simões Gil
professor catedrático convidado da Universidade de Aveiro

vogal

Prof. Doutor Jorge Américo Rodrigues de Paiva
Investigador principal do Departamento de Botânica da Universidade de Coimbra

vogal

Prof. Doutora Maria Helena Carvalho Gomes Caldeira Martins
professora associada da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

agradecimentos

Embora uma dissertação seja um trabalho individual, a sua execução não seria possível, se não tivessem existido contributos de natureza diversa que não posso, não devo, nem quero deixar aqui de referir. Cabe-me por isso utilizar a primeira pessoa para exprimir sentimentos de gratidão:

- À minha orientadora, Professora Doutora Helena Caldeira pela competência, pelo dinamismo, pela capacidade de estímulo e também pelo carinho que pôs em todo o trabalho de orientação e revisão da tese. Um agradecimento especial pela dedicação e amizade que demonstrou, e, acima de tudo, pela confiança que depositou em mim.
- Ao Professor Doutor Victor Gil que, com a sua paciência, a sua perseverança e a generosidade das suas palavras sábias, me impediu de desistir. O seu profissionalismo e valor humano são um exemplo que guardo com a mais elevada consideração.
- À minha colega e amiga Clarinha pelo inestimável apoio prestado, pela disponibilidade que sempre demonstrou para me ajudar ao longo deste trabalho, mesmo nos momentos mais atribulados da sua vida pessoal.
- Às colegas de mestrado, Cristina, Catarina e Lina, por todo o apoio e incentivo.
- Aos colegas do Exploratório por todo o apoio prestado.
- Aos meus pais, Joaquim e Maria José, pelo amor infinito e exemplo de vida. Agradeço-lhes a sua compreensão, paciência e apoio familiar incondicional, que preencheu as diversas falhas que fui tendo ao longo destes meses.
- Aos meus amigos, pela força que sempre me transmitiram para finalizar este trabalho, pela sua tolerância nos momentos de maior cansaço e pela compreensão das minhas ausências.
- Por último (mas os últimos são sempre os primeiros), aos meus filhos, Duarte e Daniel, pela compreensão e ternura sempre manifestadas, apesar da atenção que tantas vezes lhes não pude prestar; e pelo entusiasmo e orgulho com que sempre reagiram aos resultados académicos da mãe. Espero que este meu trabalho lhes sirva de estímulo para quererem fazer sempre "mais e melhor".

A todos, Bem Haja!

palavras-chave

Centro de Ciência, Exposição Itinerante, visitantes, módulos, comunicação em Ciência, motivação

resumo

O presente trabalho pretende avaliar o impacto da exposição interactiva Sentir. com, criada pelo Exploratório Infante D. Henrique – Centro Ciência Viva de Coimbra, nos visitantes de um espaço público (um centro comercial), analisar os padrões de interacção dos visitantes com esta exposição e descobrir de que forma é que ela pode incrementar a compreensão pública da Ciência e Tecnologia da população que frequenta habitualmente esses espaços.

Depois de uma descrição dos módulos que constituem a exposição em cuja construção colaborámos e tendo em vista a prossecução dos objectivos da investigação, descrevem-se os cinco estudos parciais que envolveram os visitantes que espontaneamente visitaram a exposição.

Após ter-se constatado, através da análise dos dados fornecidos pelo estudo I – Estudo do estímulo do ET, realizado em Castelo Branco e Porto Moniz, e pelo estudo II – Observação de comportamentos, realizado no *Dolce Vita*, que os visitantes liam pouco a informação contida nos painéis e nas explicações, alterou-se o plano prévio do estudo e procedeu-se à criação de um estímulo de leitura: uma tira de papel com uma pergunta entregue ao visitante à entrada da exposição. Os últimos três estudos foram variantes que incluíram este estímulo.

Procedeu-se ao tratamento estatístico dos dados, e os resultados obtidos remetem para a importância de levar este tipo de exposições a espaços públicos. Não parece restar qualquer dúvida de que os visitantes apreciaram a exposição e esta lhes proporcionou experiências únicas de lazer. Porém, numa perspectiva de comunicação bem sucedida da Ciência, os resultados apontam para que muito está ainda por fazer no sentido de captação do público leigo e da consciencialização de uma vivência mais profunda das exposições que deverá incluir o desejo do público de ler a informação nelas existente com vista à promoção de uma maior literacia científica.

keywords

Science Center, travelling exhibition, visitors, exhibits, communicating Science, motivation

abstract

The present study aims at evaluating the impact of the interactive exhibition on communication and the five senses ("Sentir.com") produced by Exploratório, the Ciência Viva Centre of Coimbra, upon the visitors at a public space – a shopping centre – and, in particular, analysing the patterns of interaction of the public with the exhibition and unrevealing the ways in which it can promote the engagement with Science and Technology by those publics.

After a description of the various exhibits (according to different islands in the exhibition) in whose design and construction the author had a major participation, five studies are reported involving the people who voluntarily explored the exhibition.

Study I is centred on the impact of the strategy ET – "create" an extra-terrestrial by choosing its sensorial features – carried out when the exhibition was shown in Castelo Branco and in Porto Moniz, whereas study II was about the behaviour of the first visitors in the shopping centre Dolce Vita en Coimbra. They both indicated that visitors, on the whole, did not read the information in panels and the explanations offered associated with each experiment. As a result, the initial plan was adjusted to include a stimulus to reading that information: the distribution of a written question to each visitor when entering the exhibition. The remaining three studies were variations that included this stimulus.

The statistical treatment of the data and the analysis of the results point to the importance of taking this type of exhibitions to public spaces such as shopping centres. The degree of appreciation of the exhibition by the visitors was clearly very positive, both from the point of view of science and entertainment.

However, from the perspective of well succeeded science communication, the results indicate that much is still to be done concerning the attraction of the general public to this sort of exhibitions and its full engagement, in particular concerning the wish to read the texts that accompany the exhibits.

Índice

Introdução.....	1
I - Fundamentação Teórica.....	7
1 - Museus e Centros de Ciência.....	9
1.1 - Museus de Ciência e educação científica: perspectiva histórica.....	9
1.2 - O que é um Centro de Ciência.....	18
1.3 - Objectivos e Características dos Centros de Ciência.....	19
2 - Aprendizagem em Museus e Centros de Ciência.....	21
2.1- A aprendizagem formal, não formal e informal da Ciência.....	21
2.2 - Aprendizagem em exposições interactivas nos Centros de Ciência: <i>aprendem realmente ou só jogam e se divertem?</i>	24
2.3 - Exposições nos Centros de Ciência: o método da interactividade emocional	28
2.4 - Factores que influenciam a aprendizagem: o modelo da “Experiência interactiva”	31
2.4.1 - O contexto físico.....	33
2.4.2 - O contexto pessoal.....	40
2.4.3 - O contexto social.....	45
3 - Exposições de Ciência.....	49
3.1 - A exposição itinerante como promotora de divulgação científica. Breve apresentação da concepção e execução de uma exposição na Fundação Planetário no Rio de Janeiro.....	49
3.2 - A alfabetização científica e a divulgação da Ciência.....	53
3.3 - O papel dos Centros de Ciência na promoção da alfabetização científica.....	60
II - A Exposição <i>Sentir.com – a comunicação e os 5 sentidos</i>	65
1 - Descrição da exposição.....	67
1.1 - Concepção da exposição.....	67
1.2 - Descrição dos módulos e seus objectivos a três níveis de aprendizagem.....	67
1.3 - Ciência na Vida.....	81
1.4 - Textos explicativos e instruções.....	83
1.5 - Fórmula Extraterrestre (ET).....	94
III - Descrição Geral Do Estudo.....	97
1 - Plano geral do estudo.....	99
2 - Estudos parcelares.....	102
2.1 - Estudo 1 – Estudo do estímulo do ET (<i>engagement</i>).....	102
2.2 - Estudo 2 – Observação de comportamentos.....	103
2.3 - Estudo 3 – Questionários sobre a informação contida nos painéis e nas explicações.....	106

2.4 - Estudo 4 – Questionários sobre a informação contida nos painéis e nas explicações + tabela como respondi.....	112
2.5 - Estudo 5 – Questionário (tira) sobre a informação contida nos painéis e nas explicações + tabela como respondi.....	115
IV - Análise e Interpretação de Resultados.....	117
1 - Apresentação e Análise de Resultados.....	119
1.1 - Resultados do Estudo 1 – ET.....	119
1.2 - Resultados do Estudo 2 – Observação de comportamentos.....	123
1.3 - Resultados do Estudo 3 – Questionários sobre a informação contida nos painéis e nas explicações.....	150
1.4 - Resultados do Estudo 4 – Questionários sobre a informação contida nos painéis e nas explicações + tabela como respondi.....	152
1.5 - Resultados globais dos Estudos 3 e 4.....	155
1.6 - Resultados do Estudo 5 – Questionário (tira) sobre a informação contida nos painéis e nas explicações + tabela como respondi.....	156
V - Conclusões e Reflexões.....	159
1- Conclusões.....	161
1.1 - Implicações gerais da investigação.....	161
1.2 - Conclusões do Estudo1.....	162
1.3 - Conclusões do Estudo 2.....	163
1.4 - Conclusões dos Estudos 3, 4 e 5.....	165
1.5 - Implicações da investigação na alfabetização científica da população.....	166
1.6 - Sugestões para futuras investigações.....	167
Bibliografia.....	169
Anexos.....	179

Índice de Figuras

Figura 1- Modelo da Experiência Museológica.....	37
Figura 2 - Módulo 1 da exposição – Visível ou invisível.....	80
Figura 3 - Módulo 2 da exposição – Cor e cores.....	82
Figura 4 - Módulo 3 da exposição – Com olhos de ver.....	83
Figura 5 - Módulo 4 da exposição – Essencial vibrar	85
Figura 6 - Módulo 5 da exposição – Fracções de música	86
Figura 7 - Módulo 6 da exposição – Saber ouvir	87
Figura 8 - Módulo 7 da exposição – Toca a tactear	89
Figura 9 - Módulo 8 da exposição – Descodificar.....	90

Figura 10 - Módulo 9 da exposição – Cheirar é preciso	92
Figura 11 - Módulo 10 da exposição – Prova das provas	93
Figura 12 - Placa que permite a “construção” do ET.....	108
Figura 13 - Localização da exposição no Dolce Vita - Coimbra	114
Figura 14 - Representação gráfica das habilitações literárias dos visitantes (%)	116
Figura 15 - Gráfico representativo da idade dos visitantes sujeitos a observação (%).....	119
Figura 16 - Gráfico representativo das habilitações literárias dos visitantes observados (%)	120
Figura 17 - A – Tira relativa a informações do painel; E – Tira relativa a explicações.....	123
Figura 18 - Questionário relativo a informações contidas nos painéis	125
Figura 19 - Gráfico representativo da idade dos visitantes do estudo 3 (%).....	127
Figura 20 - Gráfico representativo das habilitações literárias dos visitantes do estudo 3 (%)	128
Figura 21 - Questionário relativo a informações contidas nos painéis, com as opções correctas.....	130
Figura 22 - Habilitações literárias dos visitantes do estudo 4 (%)	130
Figura 23 - Questionário “como respondi” à tira.....	132
Figura 24 - Gráfico representativo da idade dos visitantes do estudo 5 (%).....	132
Figura 25 - Gráfico representativo das habilitações literárias dos visitantes do estudo 5 (%)	133
Figura 26 - Gráfico representativo do transporte da placa pelos visitantes (%).....	136
Figura 27 - Como os visitantes escolheram as características do ET (%).....	136
Figura 28 - Gráfico representativo do estímulo do ET (%)	137
Figura 29 - Interferência do ET na visita (%)	138
Figura 30 - Entrada para a exposição	141
Figura 31 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 1 (%).....	142
Figura 32 - Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 1 (%)	143
Figura 33 - Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 1 (%)	144
Figura 34 - Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a exploração do módulo 1 (%).....	144
Figura 35 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 2 (%).....	145
Figura 36 - Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 2 (%)	146

Figura 37 - Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 2 (%).....	146
Figura 38 - Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a exploração do módulo 2 (%)	147
Figura 39 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 3 (%).....	148
Figura 40 - Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 3 (%).....	149
Figura 41 - Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 3 (%).....	149
Figura 42 - Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a realização da experiência 3 (%)	150
Figura 43 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 4 (%).....	151
Figura 44 - Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 4 (%).....	151
Figura 45 - Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 4 (%).....	152
Figura 46 - Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a realização da experiência 4 (%)	152
Figura 47 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 5 (%).....	153
Figura 48 - Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 5 (%).....	154
Figura 49 - Gráficos representativos das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 5 (%).....	155
Figura 50 - Gráfico representativo ao comportamento dos visitantes após a realização da experiência 5 (%)	155
Figura 51 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 6 (%).....	157
Figura 52 - Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 6 (%).....	158
Figura 53 - Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 6 (%).....	158
Figura 54 - Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a realização da experiência 6 (%)	159

Figura 55 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 7 (%).....	160
Figura 56 - Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam no módulo 7 (%)	161
Figura 57 - Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 7 (%)	161
Figura 58 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes após a realização da experiência 7 (%)	162
Figura 59 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 8 (%).....	163
Figura 60 - Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 8 (%)	163
Figura 61 - Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 8 (%)	164
Figura 62 - Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a realização da experiência 8 (%)	164
Figura 63 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 9 (%).....	165
Figura 64 - Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 9 (%)	166
Figura 65 - Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 9 (%)	167
Figura 66 - Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a exploração do módulo 9 (%)	167
Figura 67 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 10 (%).....	168
Figura 68 - Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 10 (%)	169
Figura 69 - Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 10 (%)	169
Figura 70 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes após a exploração do módulo 10 (%)	170
Figura 71 - Gráfico relativo ao total de respostas correctas dos visitantes ao questionário (%)	171
Figura 72 - Gráfico relativo às respostas correctas dos visitantes às perguntas da tira (%).....	172
Figura 73 - Gráfico relativo ao total de respostas correctas dos visitantes ao questionário (%)	173

Figura 74 - Gráfico "Como respondi" ao questionário (%)	175
Figura 75 - Gráfico relativo às respostas correctas dos visitantes às perguntas das tiras (%)	175
Figura 76 - Gráfico relativo às respostas correctas dos visitantes à pergunta da tira (%) ..	178
Figura 77 - Gráfico relativo às respostas à Tabela "como respondi" à tira (%)	178

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Opções de resposta dos visitantes à questão anterior	138
Tabela 2 - Opções de resposta dos visitantes à questão anterior	138
Tabela 3 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 1	142
Tabela 4 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 2	144
Tabela 5 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 3	147
Tabela 6 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 4	150
Tabela 7 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 5	153
Tabela 8 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 6	156
Tabela 9 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 7	159
Tabela 10 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 8	162
Tabela 11 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 9	165
Tabela 12 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 10	168
Tabela 13 - Dados estatísticos relativos às diferenças das médias obtidas nos questionários dos grupos experimental e controlo	176

INTRODUÇÃO

*“ A dois fins se costumam aplicar os que se dedicam aos estudos de natureza.
O primeiro é adiantar os conhecimentos das verdades maravilhosas que nela se
encerram.
O segundo é o de facilitar estes conhecimentos e pô-los de tal maneira patentes
que todos possam, com uma leve atenção,
participar dos gostos e utilidades que consigo trazem”*

Teodoro de Almeida, 1722-1804

Nos últimos anos as descobertas científicas deixaram de ser tema de discussões restritas aos círculos académicos. Os conhecimentos científicos, muitas vezes associados às inovações tecnológicas, fazem, cada vez mais, parte das conversas do quotidiano do cidadão comum. Este facto deve-se fundamentalmente à influência que muitas das grandes descobertas científicas tiveram e continuam a ter na qualidade de vida dos cidadãos. Pense-se, por exemplo, na descoberta dos antibióticos do início do séc. XX ou na descoberta da pílula anticoncepcional, há uma enorme lista de descobertas que vieram aumentar a nossa qualidade e esperança média de vida. É inegável que a Ciência alterou e vai continuar a alterar o mundo e, por isso, a compreensão pública da Ciência é considerada actualmente como uma prioridade social e um dos valores intrínsecos de qualquer sociedade moderna (Granado e Malheiros, 2001).

O interesse pela divulgação científica tem aumentado nos últimos anos. Apesar de várias tentativas bem feitas de levar a Ciência ao conhecimento público, a difusão dos avanços científicos e as inovações que deles resultam não tem sido uma prioridade assumida pela generalidade dos cientistas, o que em parte poderá justificar a percepção deficiente que os cidadãos têm da Ciência e dos cientistas, provocando, por vezes, apreensão e medo na população (a utilização da energia

nuclear, a clonagem terapêutica e a reprodutiva, testes genéticos, etc.) (Gonçalves, 2002; Rubini *et al.*, 2005a).

Apesar de ser incontestável que um cidadão do novo milénio, para viver plenamente a realidade actual, necessita de ter o domínio dos conhecimentos e dos processos da Ciência e da Tecnologia, constata-se a inexistência de uma literacia científica mínima por parte da população portuguesa em geral. Uma grande parte dessa população não tem acesso à informação e cultura científica que lhe permita exercer, com responsabilidade, o seu direito de cidadania (Martins, 2002; Bertolotti, 2003).

No ensino formal actual existe uma lacuna enorme entre o ensino das ciências e a transformação da consciência científica dos cidadãos. Assim, apesar de os alunos compreenderem as ciências como o estudo da Natureza, têm dificuldade em estabelecer interligações entre os conceitos aprendidos na sala de aula e as respectivas aplicações na sua vida diária (Rubini *et al.*, 2005a).

Neste contexto, tem vindo a reconhecer-se que aprender fora das instituições formais tem uma grande importância e o que estava limitado ao ensino formal tende a alargar-se a espaços extra-escolares com o objectivo de "*permitir a cada indivíduo aumentar os seus conhecimentos e desenvolver as suas potencialidades, em complemento da formação escolar...*" (Artº 23 da LBSE¹)

Entre as diversas iniciativas verificadas nos últimos tempos no âmbito da educação não formal, incluem-se os modernos Centros de Ciência constituídos por colecções de ideias, de conceitos e princípios científicos a serem partilhados pelos visitantes (Conceptual e Padilha, 1997).

Os Centros de Ciência, como espaços não formais de educação em que a aprendizagem se orienta pela curiosidade e se mantém pela

¹ <http://www.ipbeja.pt/leis/l4686.htm>

vontade de os visitantes superarem os desafios que aí encontram, proporcionam boas oportunidades para que os cidadãos aprendam autonomamente e à sua maneira. Através da experimentação, podem reafirmar ou questionar as suas ideias e ajudar a dar sentido ao mundo que os rodeia (Guisasola *et al.*, 2005).

Os Centros de Ciência constituem um meio privilegiado de aprendizagem e divertimento, ao tornarem a Ciência e a Tecnologia acessíveis à população em geral, comunicando os seus conhecimentos e avanços de modo agradável e simples através da organização, manutenção e acompanhamento das suas exposições interactivas permanentes, temporárias e itinerantes (Bertoletti, 2003; Rennie e McClafferty, 1996). As exposições, sendo a base da comunicação dos museus com o público, estão ao serviço da divulgação e da promoção da Ciência (Marandino, 2002).

Os Centros Ciência Viva são um dos três instrumentos fundamentais para a educação e divulgação científica que surgiram em Portugal, em 1996, no âmbito do programa Ciência Viva do Ministério da Ciência e Tecnologia. Este programa foi criado com o objectivo de promover a cultura científica e tecnológica da população portuguesa em geral e dos jovens em particular, incrementando nas escolas a aprendizagem “viva” das ciências. Estes espaços interactivos de divulgação científica e tecnológica funcionam também como espaços de encontro com cientistas, pontos de encontro cultural, centro de recursos para as escolas e como plataformas de desenvolvimento regional (Vargas, 2006; Delicado, 2006; Caldeira, 2006).

Para que a promoção e divulgação da Ciência aconteça é necessário que os cidadãos vão aos Centros de Ciência. Os resultados do inquérito Eurobarómetro de 2005 mostram que Portugal obteve os valores

mais baixos no que diz respeito às visitas a Museus de Ciência e Tecnologia.

Porém, este problema não é só de Portugal, em todo o mundo procuram-se soluções que estimulem os cidadãos a visitarem Museus de Ciência e uma das soluções apontadas é que a população alvitre sobre o que quer encontrar nesses locais. Walter Staveloz, director executivo do ECSITE, na Bélgica, referiu no 4º Congresso Mundial de Centros de Ciência, no Rio de Janeiro em Abril de 2005, que "*convidar as pessoas e saber o que elas querem ver num museu, é uma alternativa interessante*". Numa tentativa de captar o público que usualmente não vai aos museus, a Bélgica e o México têm usado os visitantes como consultores com o intuito de eles auxiliarem a desenvolver estratégias de comunicação mais eficazes ao nível da linguagem e abordagem dos conteúdos (Costa, 2005).

Goery Delacote, director do *Exploratorium* (USA), defendeu no mesmo congresso, "*um Centro de Ciência de dentro para fora*" e acrescenta que "*de dentro para fora significa ir além muros, ir até à comunidade. Ter museus que não estejam preocupados apenas, em trazer as pessoas para as suas instalações*". Ele defende que, "*é preciso expandir horizontes e escutar o que o público tem a dizer, o que lhe interessa*" e, além de levar a Ciência ao público, é fundamental mostrar-lhe a beleza da invenção, incentivá-lo a considerar a Ciência como parte do seu quotidiano (Rosenfeld, 2005). Idêntica opinião defendem Rubini *et al.* (2005a) que consideram que "*talvez os Museus de Ciência não devam estar restritos a um local físico, e sim ser uma casa sem portas e sem paredes e, como o artista, todo o cientista devesse ir onde o povo está, transformando-se em nós de uma ampla rede de educação científica*".

O Exploratório Infante D. Henrique, Centro Ciência Viva de Coimbra, ao construir a exposição interactiva itinerante Sentir.com - a

comunicação e os cinco sentidos, "*expandiu os seus horizontes*" enquanto espaço de promoção e divulgação da Ciência; ao levar essa exposição ao centro comercial *Dolce Vita*, em Coimbra, foi "*além muros ao encontro da comunidade*".

A apresentação de exposições interactivas de Ciência e Tecnologia em centros comerciais poderá ser, na nossa perspectiva, uma outra solução que estimule mais cidadãos a interessarem-se pela Ciência, uma vez que uma boa exposição funcionará como um estímulo, que iniciará o processo cognitivo, levando o visitante a sair da indiferença para a vontade de aprender (Wagensberg, 2005).

O presente trabalho pretende ser um contributo que ajude a clarificar as questões relacionadas com a vantagem de levar as exposições de Ciência ao público em geral. É necessário investigar se, pela dinâmica destes espaços, é possível que estratégias como esta levem à aprendizagem das ciências, de forma a promover na população a aquisição de conhecimentos e competências que contribuam para o aumento da literacia científica. Se, nestes espaços, é possível propiciar condições que favoreçam a formação de cidadãos cada vez mais reflexivos e conscientes, em relação à sociedade e a tudo o que os rodeia.

Além deste aspecto a autora propôs-se ainda investigar em que medida a criação de um estímulo tem efeitos na promoção da atenção para a leitura da informação contida nos painéis e nas explicações.

A presente dissertação está organizada em cinco partes, de que se apresenta a seguir uma breve descrição.

No **primeiro capítulo**, apresenta-se o enquadramento e fundamentação do estudo, fazendo-se referência à literatura mais importante relacionada com o trabalho de investigação. Por conseguinte, apresenta-se uma perspectiva histórica do conceito de “Museu” desde o seu aparecimento até à actualidade. Define-se um Centro de Ciência apresentando as suas características e objectivos. Alude-se às vias que na sociedade actual mais concorrem para a formação dos indivíduos: educação formal, não-formal e informal. Salienta-se o papel dos Centros de Ciência como espaços não formais de aprendizagem da Ciência e Tecnologia; alude-se ao método da interactividade emocional e ao modelo da experiência interactiva, dando relevância aos factores que influenciam a aprendizagem nesses locais. Apresenta-se a exposição itinerante como elemento de renovação dos Centros de Ciência e promotora da divulgação científica. No final deste capítulo aborda-se o tema da alfabetização científica como valor intrínseco de qualquer sociedade contemporânea, os argumentos que justificam essa alfabetização, bem como o papel dos Centros de Ciência na sua prossecução.

No **segundo capítulo**, são descritas as linhas gerais de uma exposição interactiva em cuja concepção e construção a autora participou, como professora destacada no Exploratório Infante D. Henrique, Centro Ciência Viva de Coimbra. Trata-se da exposição temática itinerante designada “*Sentir.com - a comunicação e os cinco sentidos*”, que é um produto original, resultado de um trabalho de equipa em que à autora coube, principalmente, a procura de informação a incluir nos painéis associados a cada módulo interactivo da exposição, especialmente no tocante às relações com a Biologia.

No **terceiro capítulo**, procede-se à descrição geral do estudo que foi constituído por vários estudos parcelares, começando, para cada um deles, por descrever a metodologia utilizada, a indicação dos instrumentos utilizados, a caracterização do espaço onde decorreu a investigação, a caracterização das diferentes amostras, a recolha e o tratamento dos dados e, por fim, a apresentação e a análise dos resultados.

No **quarto capítulo**, apresentam-se as conclusões do estudo e uma reflexão final sobre o trabalho desenvolvido. Procura-se ainda apontar sugestões para futuras investigações que se enquadrem nesta temática.

No final da dissertação apresentam-se as referências bibliográficas por ordem alfabética e, a seguir, os anexos relativos à documentação construída, que fundamentaram toda a dissertação.



CAPÍTULO I

Fundamentação

Teórica

1 – Museus e Centros de Ciência

1.1 – Museus de Ciência e educação científica: perspectiva histórica

O nome genérico “Museu” não tem o mesmo significado para todos os indivíduos do início do século XXI. Para uns, ouvirem a palavra museu traz-lhes à ideia uma instituição rústica e antiga, um lugar gélido, imobilizado sob o peso do seu acervo, onde as peças guardadas desde tempos imemoriais são protegidas por funcionários meticolosos. A um público como este, esta instituição “Museu” dirá muito pouco e provavelmente só a visitará uma única vez, se, por tarefas escolares, a isso se sentir obrigado. Será pouco provável que ao pensar em organizar um fim-de-semana divertido em família se lembre de visitar esta Instituição. Ao contrário, para outros, a palavra “Museu” recorda-lhes um local dinâmico, um espaço vivo, que frequentam habitualmente, quer participando em eventos propostos pelo Museu, quer visitando exposições que aí figurem (Braga, 2004).

O conceito dado pelo Conselho Internacional de Museus² (ICOM), em 2001, para a palavra “Museu” é muito mais abrangente. Segundo esta entidade, *“um Museu é uma instituição sem fins lucrativos, permanentemente ao serviço da sociedade e do seu desenvolvimento, aberta ao público, a qual adquire, conserva, pesquisa, comunica e exhibe, para fins de estudo, educação e lazer, evidências materiais de pessoas e*

² <http://icom.museum/>

do seu ambiente" e engloba, entre muitos outros exemplos, para além dos museus clássicos, os Centros de Ciência (ICOM). Segundo Caldeira (2006), tendo em conta esta definição, não há grande diferença entre os Museus que intitulamos de clássicos ou de primeira geração e os Centros de Ciência.

Actualmente considera-se que os Museus e Centros de Ciência são lugares especialmente apropriados para "*aprender Ciência, aprender acerca da Ciência e aprender a fazer Ciência*" (Hodson (1996), cit. por Cuesta *et al.*, 2000) e que embora sejam realidades diferentes com muitos aspectos em comum, pretendem atingir um mesmo objectivo: a educação científica da comunidade (Caldeira, 2006; Persechini e Cavalcanti, 2004; Ruiz, 2003; entre muitos outros).

Se viajarmos no tempo até à origem da palavra "Museu" (do grego *mouseion*, que significa templo das musas ou lugar onde as musas residem), esta designava um local de memória, de inspiração, onde, como refere Gaspar (1993), segundo a mitologia grega, havia nove musas que comandavam as chamadas artes liberais: história, música, comédia, dança, elegia, poesia lírica, astronomia e, a poesia épica e a eloquência (Wittlin, 1949, cit. por Gaspar, 1993).

O Museu de Alexandria³, criado por Ptolomeu Soter no séc. III A.C., terá sido a primeira instituição a utilizar esta designação. Templo dedicado às "musas" (deusas das ciências e das artes), ele era simultaneamente uma escola e um grande centro de investigação. Nele se reuniam os maiores sábios da época, cujas despesas eram pagas pelo Rei. Libertos de preocupações materiais, e sem qualquer obrigatoriedade de trabalho, podiam dedicar-se exclusivamente às suas investigações e ao ensino. Além dos laboratórios da investigação, do jardim botânico, do jardim zoológico e do observatório, eles tinham à sua disposição a maior

³ <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/hfe/momentos/museu/museu.htm>

colecção de livros da época, reunida na célebre biblioteca de Alexandria, que também fazia parte do museu.

Alguns autores consideram que o Museu de Alexandria foi a primeira universidade da história da Humanidade (Ávila, 2007).

Embora neste primeiro museu já se fizesse a guarda de alguns objectos, como por exemplo trombas de elefantes e peles de animais, só passado alguns séculos a palavra "Museu" foi utilizada com um outro significado, associado a colecções. (Gaspar, 1993)

O hábito de coleccionar testemunhos materiais remonta ao Homem primitivo. Como refere o mesmo autor, foram encontradas colecções de cristais de quartzo em escavações de *Pitecantropos* cuja utilidade não seria outra, além do deleite do seu possuidor. Também na Grécia Antiga, muitos estudiosos, tal como Aristóteles, possuíam colecções de testemunhos materiais com objectivos científicos, tendo ao seu serviço indivíduos que lhe colectavam espécimes dos locais por onde andavam. Na Idade Média, a nobreza e o alto clero possuíam colecções que testemunhavam a sua fortuna e lhes conferiam poder. Estas colecções que no início ficavam escondidas e só eram exibidas em ocasiões especiais, passaram a ser ostentadas no final deste Período (Gaspar, 1993).

O coleccionismo quase sempre esteve ligado ao desejo de o Homem compreender como se organiza o mundo e de determinar a sua própria relação nesse mundo. Com o Humanismo e o Renascimento abriu-se espaço para novas pesquisas sobre a natureza física (Albagli, 1996). Muitos aristocratas transformaram algumas divisões das suas casas em galerias onde acumulavam objectos interessantes da Natureza (gabinetes de curiosidades) e que eram apenas acessíveis a alguns indivíduos privilegiados (Gaspar, 1993; Guisasola e Intxausti, 2000).

Os "*gabinetes de curiosidades*" eram símbolos não só de conhecimento, mas também de riqueza e poder. Os seus possuidores

tentavam ter no seu acervo o "exótico, o singular, o autêntico" (Braga, 2004) aumentando as suas colecções com objectos raros e fascinantes tão diferentes como peças arqueológicas e artísticas, sementes, fósseis, ossos, pedras, instrumentos, animais e plantas.

Estes gabinetes de curiosidades característicos das casas burguesas europeias dos séculos XVI e XVII podem ser considerados os ancestrais dos museus de Ciência. Estas colecções que, no início, faziam o deleite de apenas alguns eruditos, passaram, no séc. XVIII e com a democratização da sociedade, a serem tornadas públicas. Alguns destes gabinetes tornam-se instituições públicas, como consequência do crescente interesse pela cultura, pelas ciências e pela reivindicação cada vez maior da sociedade de participar do conhecimento existente. À medida que surgem os museus públicos aumenta o número de indivíduos da comunidade que estão interessados em ver as colecções (Gaspar 1993; Guisasola e Intxausti, 2000; Braga, 2004).

Apesar de nesta época começar a ser visível a importância de divulgar a Ciência à sociedade, os museus tinham uma ligação muito estreita com as academias e, segundo McManus (1992), o seu principal objectivo era contribuir para o crescimento do conhecimento científico, através das pesquisas realizadas, e não a educação científica do público. Este tipo de museus, considerados pelo mesmo autor como museus de primeira geração⁴, eram vistos como "santuários de objectos", que tinham sido catalogados a partir de uma classificação e de forma repetida, e que eram mostrados na sua totalidade (McManus, 1992, cit. por Cazelli *et al.*, 1999).

Como refere Braga (2004), o séc. XIX é por excelência, o século dos museus, embora já antes existissem alguns (refira-se por exemplo o *Conservatoire des Arts et Métiers*, o primeiro museu de Ciência e

⁴ McManus, caracteriza os Museus de Ciência tendo em conta as áreas temáticas que os originaram. Museus de primeira geração (História Natural), segunda geração (Ciência e Indústria) e terceira geração (fenómenos e conceitos científicos). Esta designação encontra-se frequentemente numa acepção diferente.

Tecnologia, criado em França em 1794 (Lourenço e Carneiro, 2006), foi neste século que muitos museus foram criados, tanto na Europa como nos Estados Unidos. O incremento do nacionalismo deu origem aos museus históricos, o colonialismo levou à criação de museus etnológicos e, por sua vez, a Revolução Industrial e o progresso científico, originaram os museus de Ciência e da Técnica (Gaspar, 1993). O evolucionismo de Charles Darwin propiciou o aparecimento e a reorganização dos museus de História Natural, que proliferaram por todo o mundo. Estes museus passaram a ter um papel importante como institutos de investigação, cujo propósito era o de fomentar a investigação científica e o estudo sistemático da Natureza. Por isso, passaram a estar organizados como grandes galerias onde eram apresentados testemunhos dos três reinos da Natureza (Gil, 1989).

Com a era industrial começou a tomar-se consciência das implicações sociais da Ciência e da Tecnologia e a educação pública passou a ser uma realidade. Surgem nesta altura, muitas actividades de popularização da Ciência e são organizadas exposições internacionais onde a Ciência e a Técnica têm um papel primordial, pois nelas são exibidos os avanços científicos e industriais. Como resultado duma dessas exposições (a Exposição Universal de Londres de 1851), foi criado, em 1857, o *South Kensington Museum of Industrial Arts* que foi o primeiro museu de Ciência e Técnica, a realizar exposições temporárias e a ter um horário de funcionamento compatível com o dos trabalhadores (Gaspar, 1993; Braga, 2004). Mais tarde, em 1909, as suas colecções de artes decorativas foram separadas das suas colecções de Ciência e Técnica, dando origem respectivamente, ao *Victoria and Albert Museum* e ao *Science Museum* (Lourenço e Carneiro, 2006).

Esta segunda geração de museus ligados à Indústria, tem objectivos de utilidade pública e de instrução mais explícitos que os museus de primeira geração. O *Conservatoire des Arts et Métiers* em França e o

Franklin Institute nos Estados Unidos são exemplos destes museus que surgiram com o objectivo de treinar artesãos e operários. Neles se mostravam aos seus visitantes máquinas em funcionamento, proporcionando-lhes contacto com os seus mecanismos. Numa época em que não existiam escolas técnicas, estes primeiros Museus de Ciência e Tecnologia funcionavam como instituições educacionais e como locais de exposição das novas descobertas tecnológicas (Gil, 1989; Cazelli *et al.*, 1999).

Os museus públicos passaram a ser vistos como instituições cuja principal função era a educação. Embora esta ideia na altura tivesse suscitado bastantes controvérsias, o papel dos museus públicos na divulgação científica nos Estados Unidos, teve grande evidência. O museu da *Smithsonian Institution*, em Washington, fundado em 1846, para a promoção e disseminação do conhecimento, foi uma das instituições que esteve envolvida numa dessas controvérsias, mas 50 anos depois da sua abertura, Daniel Coit Gilman, então presidente da John Hopkins University declarou-o "*grande auxiliar da ciência e da educação a todo o comprimento e largura da Terra*" (Guisasola e Intxausti, 2000).

Rapidamente esta ênfase na educação que marcava os museus americanos chega aos museus europeus e segundo Gaspar (2000) "*um dos marcos dessa tendência é a criação do Museu de Ciências de Munique em 1908*". O *Deutsche Museum* – como é mundialmente conhecido – propunha uma nova forma de comunicar com o público. Apresentava ao lado do acervo histórico, constituído no início sobretudo por peças referentes à Ciência e à Indústria, réplicas em tamanho natural que podiam ser manuseadas pelos visitantes, de forma a cativar a sua atenção e interesse, e ao mesmo tempo, tentar que conseguissem apreender os princípios científicos que lhes estavam subjacentes (Cazelli *et al.*, 1999; Valente *et al.*, 2005).

Segundo os mesmos autores, a sua preocupação em mostrar ao público as conquistas mais recentes da Ciência e Tecnologia sem se prender a retrospectivas históricas, foi rapidamente seguida por outros museus. Assim, manivelas, botões, alavancas e similares que podem ser manuseadas por todos os visitantes, aparecem no *Palais de la Découverte*, Museu aberto em Paris, em 1939; no *Science Museum of London* (reinaugurado em 1927) e no *Museum of Science and Industry*, aberto em Chicago, em 1933.

Devido a estas modificações, a regra que antes existia nos museus de “proibido tocar” é substituída por “toque”, “aperte”, “gire”. Os objectivos destes museus passam a ser o entretenimento e a instrução dos indivíduos. A principal preocupação passa a ser a educação e a divulgação correcta e inteligível das ciências a um público heterogéneo na idade e no nível de instrução (Cazelli *et al.*, 1998).

Houve porém muitos museus que continuaram a defender a apologia dos seus acervos e a maioria dos directores dos museus de ciências naturais continuaram a preocupar-se fundamentalmente com o incremento das suas colecções, continuando a transmitir à sociedade uma imagem elitista e estática dessas instituições (Guisasola e Intxausti, 2000). Apesar desta situação, o número de museus não parou de aumentar. Só na Alemanha, entre 1910 e 1914 foram abertos cerca de 180 museus (Braga, 2004). Na União Soviética havia em 1917, 114 museus. Este número aumentou significativamente, pelo que no ano de 1934 já existiam 738. Estes museus, consequência do regime político comunista passaram a preocupar-se fundamentalmente com o aspecto educacional. Muitos museus soviéticos começaram a funcionar como laboratórios que podiam ser utilizados pelas escolas, existindo uma cooperação entre as duas instituições (Gaspar, 1993).

A partir da Segunda Guerra Mundial, como consequência dos avanços científicos e tecnológicos da segunda metade do século XX, houve um aumento quantitativo e qualitativo dos museus de Ciência e Tecnologia (Gil, 1989).

A nova pedagogia⁵ dos anos 1960-1970 impulsionou os museus de Ciência a desenvolverem projectos inovadores centrados na educação científica. O sujeito de aprendizagem deixou de ser um elemento passivo que se limitava a adquirir conhecimento para se adequar à sociedade, para passar a ser um elemento que interage criticamente com o conhecimento (Braga, 2004). Acreditava-se que, com estes novos projectos baseados na aprendizagem pela descoberta, os jovens ao terem contacto com o método científico em contexto laboratorial, aprendiam os conceitos científicos e aumentavam o seu interesse pela Ciência (Hodson, 1985 cit. Guisasola e Intxausti, 2000).

Os museus começaram a preocupar-se com a discussão das implicações sociais do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. Se, por um lado, os cidadãos, a partir da Segunda Guerra Mundial assistem ao desenvolvimento por todo o mundo de grandes engenhos tecnológicos, por outro não possuem as informações científicas e tecnológicas necessárias para compreenderem esse mundo em mudança. Recorde-se por exemplo, o impacto que teve na sociedade americana o lançamento do satélite Sputnik, em 1957 pela União Soviética (Cazelli *et al.*, 1999) e os péssimos resultados do inquérito aos conhecimentos de Ciência da população americana, nessa altura, o que motivou uma reforma educativa com mais Ciência e metodologias mais modernas.

⁵ São adaptadas aos museus as teorias de aprendizagem de Maria Montessori que preconizava a aprendizagem das crianças com base na experimentação, em detrimento do método tradicional baseado na memorização e na lembrança. O interesse dos museus no público mais jovem, foi reforçado com as teorias de aprendizagem de Piaget, que defendia que "as crianças aprendiam através da sua interacção com o mundo e com os objectos". Porém só no início dos anos 60, Michael Spock criou o Children's Museum, em Boston, com uma exposição interactiva vocacionada especialmente para os mais novos.

Na tentativa de desmistificação da Ciência, procurando a divulgação dos seus fundamentos básicos ao maior número possível de pessoas e ao mesmo tempo, "*despertar vocações entre os jovens*" (Gil, 1989), surge uma terceira geração de museus que em vez de focalizar o passado, se centra nos fenómenos e conceitos científicos. Estas instituições substituíram as colecções de objectos históricos por exposições interactivas e experiências, destinadas a proporcionar aos visitantes a exploração e a descoberta individual. Estes museus, ao preocuparem-se em fornecer aos seus visitantes informações científicas e tecnológicas actualizadas, de forma atractiva e apelativa, são segundo Cazelli *et al.* (1999) "*os espaços ideais para proporcionar à sociedade as informações científicas necessárias para compreender o mundo em mudança*". Estas instituições são hoje designados por Centros de Ciência e nelas não existe geralmente, a perspectiva histórica da evolução da Ciência e Tecnologia, nem a exposição de objectos históricos (Gil, 1989).

O *Exploratorium, the Museum of Arts, Science and Human Perception*, é um dos primeiros Centros de Ciência, criado pelo físico Frank Oppenheimer, em San Francisco, em 1969, que se caracteriza por ser um espaço multidisciplinar que integra a Arte, a Ciência e a Percepção Humana. Considerado uma referência para muitos dos Centros de Ciência de todo o mundo, desencadeou um movimento a favor da alteração do "*push-botton*" para a "*hands on*". As críticas de Oppenheimer em relação à interactividade dos museus de segunda geração, levou-o a sugerir que a psicologia da percepção deveria ser um princípio a ter em conta na organização de experiências interactivas em museus (Cazelli *et al.*, 1999; Walton, 2000; Braga, 2004). Quando concebeu o *Exploratorium*, Oppenheimer referiu que "*ele teve a visão de um Museu de Ciência e Tecnologia em que os módulos seriam organizados segundo áreas em torno dos cinco sentidos e também de controlos proprioceptivos*

que formam a base do equilíbrio, da locomoção e da manipulação” (Oppenheimer, 1968; cit. por Walton, 2000).

Acrescentou ainda que:

“Um museu não deve ser um substituto de uma escola ou sala de aula, mas deve ser um local em que pessoas vão tanto para ensinar quanto para aprender. Os visitantes devem ser capazes de achá-lo agradável e estimulante. Acima de tudo deve ser honesto e portanto passar a compreensão de que a ciência e a tecnologia possuem um papel que é profundamente enraizado nos valores e nas aspirações humanas.” (Oppenheimer, 1990; cit. por Rubini *et al.*, 2005)

É interessante referir que quer os museus de primeira, quer os de segunda geração, influenciados pelo sucesso dos museus de terceira geração e pelas modernas teorias de aprendizagem que centram o ensino no aluno e não no professor, mostram actualmente uma tendência de reforma irreversível, adequando-se às novas tendências. Assim, nos museus de primeira geração, a ênfase das novas exposições deixa de estar centrada na organização taxinómica dos objectos, para se centrar nos fenómenos e conceitos científicos e nos interesses dos visitantes, recorrendo muitas vezes, à introdução de módulos interactivos (Caldeira 2006). Nos museus de segunda geração as inovações fazem-se tornando mais abrangente a *“linguagem interactiva”* das suas novas exposições (Cazelli *et al.*, 1999). Podem apontar-se como exemplos de casos bem conseguidos nesta perspectiva, o *Deutsche Museum*, o Museu de Munique, o Museu de Ciência e Tecnologia de Viena, o Museu de Ciência da Universidade de Lisboa e mais recentemente a prefiguração do Museu de Ciência da Universidade de Coimbra.

Actualmente já se fala nos museus de quarta geração, que se distinguem dos anteriores por proporcionarem ao visitante experiências que põem ênfase na participação criativa do visitante. Nestas experiências, que utilizam tecnologia de ponta, o final é determinado pelo

visitante, consequência das escolhas que vai fazendo, das várias opções que lhe são propostas ao logo da execução da experiência (Padilha, 2000; cit. por Braga, 2004). Segundo os mesmos autores, estes Centros funcionam como fóruns de análise e debate social sobre o papel da Ciência e Tecnologia na sociedade actual.

Embora continuem a existir museus que mantêm características obsoletas e ultrapassadas, a maioria mostra uma tendência geral de renovação e uma ligação maior à realidade quotidiana, ao meio ambiente e à divulgação científica.

A evolução que os museus sofreram até ao século XXI, especialmente com o papel desempenhado pelos Museus e Centros de Ciência, conduzem-nos paradoxalmente, ao conceito de "*museion*" dos gregos. Cada vez mais estas instituições se aproximam do conceito inicial de Museu, sendo lugares de inspiração, de troca de ideias, de educação e divulgação da Ciência e Tecnologia, no passado, na sociedade actual e sobretudo nas perspectivas do futuro (Gaspar, 1993).

O crescimento do número de Centros de Ciência tem aumentado em todo o mundo, sendo esse aumento não só quantitativo, mas também qualitativo. Esta popularização dos Centros de Ciência está relacionada, segundo Bragança Gil (1989), "*com a crescente complexidade da nossa civilização, com a sua vertiginosa utilização quotidiana das mais recentes conquistas da Tecnologia*". O ensino formal escolar não responde às interrogações dos mais novos e os Centros de Ciência com as suas actividades interactivas exercem sobre eles uma atracção irresistível, estimulando a sua curiosidade inata. Para os adultos, estas instituições são um meio informal e credível, de poderem actualizar a sua cultura científica e tecnológica (Gil, 1989).

Portugal não é excepção e no nosso país existem actualmente 13 Centros de Ciência distribuídos por todo o país, que funcionam como lugares de divulgação científica e tecnológica.

O primeiro Centro de Ciência interactivo criado em Portugal, mais propriamente em Coimbra (em 1995), foi o Exploratório Infante D. Henrique. Em 1997, este Centro integrou a Rede de Centros criada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia no âmbito do Programa Ciência Viva, com o objectivo de promover a cultura científica e tecnológica da população portuguesa, em geral e dos jovens, em particular.

1.2 – O que é um Centro de Ciência

Os Centros de Ciência são espaços interactivos de Ciência e Tecnologia cuja principal vocação é comunicar Ciência numa forma lúdica e divertida.

O sucesso que os Centros de Ciência têm actualmente, especialmente entre grupos familiares e escolares, está relacionado com a presença de exposições interactivas, onde existem fundamentalmente, módulos interactivos, que exercem sobre os visitantes um grande poder de atracção (Calvo e Stenger, 2004; Caldeira 2006)

Segundo Koran *et al.* (1983 cit. por Santos, 1996) as exposições museológicas podem ser classificadas em estáticas, “walk-through” e dinâmicas. As primeiras enfatizam a contemplação das colecções, os visitantes limitam-se a admirar os objectos expostos, muitas vezes em vitrinas de vidro, e a ler as legendas explicativas. A passividade é a chave deste tipo de exposição, uma vez que os visitantes não podem manusear os objectos. Nas segundas, embora geralmente também não seja permitido tocar nos objectos expostos, estes encontram-se introduzidos num contexto e sequência que lhes dão significado, como por exemplo os

testemunhos que se encontram expostos numa mina. Nas últimas, a interactividade é a chave do processo, o visitante tem a possibilidade de manipular, tocar, experimentar, interactuar com os módulos da exposição para comprovar, realizar ou visualizar um determinado fenómeno, princípio ou lei da Natureza (Santos, 1996; Cazelli *et al.*, 1999; Pérez e Molini 2004). É este tipo de exposição que encontramos num Centro de Ciência.

1.3 – Objectivos e Características dos Centros de Ciência

Actualmente, as características dos Centros de Ciência, baseiam-se em princípios comuns definidos pela Associação de Museus e Centros de Ciência – ECSITE,⁶ que se repercutem nos seus objectivos, conteúdos e actividades. Estes princípios, podem ser resumidos em quatro pontos que a seguir se apresentam:

- 1 – pretendem promover a cultura científica e tecnológica, dando a conhecer a Ciência e a Técnica assim como as suas consequências económicas, sociais, culturais e ambientais, a todos os indivíduos independentemente da sua idade, do seu género e nível de instrução;
- 2 – enfatizam a comunicação da Ciência, privilegiando a educação, em detrimento da exibição de máquinas e instrumentos originais, que na maioria dos Centros nem sequer existem;
- 3 – advogam a interactividade como método para conseguir cativar, seduzir o visitante a chegar mais perto do que é experimentar, estimulando a sua curiosidade e desejo de descoberta;

⁶ ECSITE - (European Collaborative for Science, Industry and Technology Exhibitions), é uma rede europeia de museus e centros de ciência, institutos científicos e outras instituições que trabalham no âmbito da divulgação científica. Formada por mais de 35 países, fomenta o intercâmbio de experiências e ideias inovadoras. Desenvolve projectos transnacionais destinados a sensibilizar o público para temas científicos e é subvencionada pela comissão europeia e outras fontes. <http://www.ecsite.net>

4 – tentam eliminar as barreiras disciplinares, que caracterizam os museus tradicionais, para transmitirem uma visão global, interdisciplinar e integradora da Ciência.

São estes princípios, que embora possam ser distintos na sua formulação (todos os Centros de Ciência são diferentes, porque são feitos por seres humanos, que têm crenças, sensibilidades artísticas e estéticas diferentes), estão presentes nos diferentes Centros de Ciência distribuídos por todo o Mundo.

Para Gil (1989), um Centro de Ciência é essencialmente caracterizado por ser uma instituição que:

1 – se preocupa com a apresentação e explicação da Ciência actual, suas aplicações e implicações tecnológicas, não se preocupando, geralmente, com a perspectiva histórica da evolução da Ciência e Tecnologia nem com a apresentação de testemunhos do seu passado;

2 – encoraja o visitante a interagir com os módulos em exposição, estimulando o visitante a "tocar", a participar activamente com os módulos expostos, ao contrário dos museus tradicionais;

3 – as exposições que concebe e organiza têm objectivos didácticos, em vez de serem constituídas por objectos sem qualquer inter relação entre si;

4 – o carácter didáctico das exposições temporárias e permanentes é complementado com actividades paralelas, integráveis nos programas escolares ou destinadas ao público em geral.

Segundo Cuesta *et al.* (2002) um Centro de Ciência deve ser uma instituição que:

1 – se apresenta como "*uma casa aberta a todos (sábios, ignorantes, estudantes de ciências e de letras, crianças, adultos, ...)*";

2 – transmita ao visitante uma Ciência simples, moderna, compreensiva e equilibrada, pondo em relevo o seu impacto na sociedade, através de exemplos da vida quotidiana que permitam ao cidadão médio entrar em contacto com a Ciência e a Técnica actuais;

3 – seja um lugar que estimule a curiosidade dos visitantes, levando-os a pensar, a desenvolver capacidades, a ampliar conhecimentos, a construir conceitos, ou seja, a serem capazes de resolver situações – problema;

4 – se preocupa sempre em combinar o aspecto lúdico das suas exposições com o rigor científico.

Pelo acima referido, parece-nos ser consensual dizer que os Centros de Ciência são instituições que têm um enfoque conceptual (centrado em conceitos) em lugar do tradicional enfoque objectual (centrado em objectos, no património, na história), que utilizam estratégias lúdicas, interactivas e participativas (os visitantes interagem com módulos interactivos que pretendem simular fenómenos da Natureza ou esclarecer princípios, conceitos ou teorias científicas, com a vantagem de serem mais apelativos e constituírem uma simulação do processo científico), com o objectivo máximo de popularizar a Ciência e a Tecnologia (Gil, 1989; Constantin, 2001; Cuesta et al., 2002; Tuffani, 2002; Delicado, 2006; Ruiz, 2003; entre muitos outros). A concepção e organização de exposições itinerantes permitem-lhes levar a Ciência a lugares mais recônditos e desfavorecidos.

Segundo Cortés (2001), a frase um pouco provocadora, “proibido não tocar, não sentir e não pensar” quer dizer “proibido não aprender”, traduz a interactividade plena que se advoga para os Centros de Ciência.

No início do Século XXI, os Centros de Ciência são provavelmente, as instituições públicas que mais fomentam a "*cultura do ócio*"⁷ em vez do "*ócio consumista*", contribuindo para a educação científica da sociedade fortemente consumista dos nossos dias.

2. Aprendizagem em Museus e Centros de Ciência

2.1 – A aprendizagem formal, não formal e informal da Ciência

Do ponto de vista da Psicologia Educacional é possível distinguir três situações de aprendizagem diferentes: a educação formal, a educação não formal e a educação informal.

Antes de mais, parece-nos importante definir o que se entende por "Educação". A definição que se encontra na Classificação⁸ Internacional Standard de Educação considera que *educação* é "a comunicação organizada e contínua concebida para produzir aprendizagem" (Pérez, 2004). Segundo o mesmo autor, esta definição reflecte um ponto de vista institucional e dá pouca importância às formas espontâneas de aprendizagem não escolares. Considera a educação mais frequentemente, como uma sequência de experiências de aprendizagem, preparadas antecipadamente por professores, para proveito dos seus alunos. A definição de educação pode ser alargada se

⁷ Uma visita a um Centro de Ciência pode ser uma actividade que alia o entretenimento puro à cultura, constituindo uma forma de "ócio inteligente" uma vez que a Ciência pode ser apaixonante e muito divertida. É uma actividade alternativa ao "ócio consumista", que está na origem de vários problemas sociais, como por exemplo a rivalidade exagerada (Cortés).

⁸ A Classificação Internacional Standard de Educação é um regulamento criado pela [UNESCO](#), no início da década de 70, para ser um instrumento apropriado para recolher, compilar e apresentar estatísticas educacionais para os países e para a comunidade internacional. Esta norma foi aprovada pela *International Conference on Education* (Genebra, 1975) e foi, subsequentemente, confirmada pela *General Conference* da UNESCO em Paris, 1978, quando foi adoptada a *Revised Recommendation* sobre a *International Standardization of Educational Statistics*.

nela forem incluídas mudanças de atitudes e tipos de comportamento dos indivíduos, pois para que essa mudança ocorra, é necessário que eles tenham adquirido novos conhecimentos, destrezas e aptidões.

A educação formal é a educação ligada a instituições próprias - Escolas, Colégios, Universidades e outras instituições formais educacionais - que se caracteriza por ser muito institucionalizada, organizada e com objectivos bem definidos, que ocorre de forma permanente e em tempos definidos. Esta educação caracteriza-se por ser universal, sequencial, estandardizada, garantir continuidade (pelo menos para aqueles que não abandonam o sistema), processando-se desde os primeiros anos do ensino básico até aos últimos da Universidade e estruturada de acordo com objectivos definidos pelas políticas educativas existentes (Pereira, 2002; Martins, 2002; Pérez e Molini 2004; Smania-Marques *et al.*, 2005).

Segundo os mesmos autores, a educação não formal pode ser definida como toda a actividade educativa que ocorre fora das escolas, de forma organizada e estruturada, concebida com o objectivo de ensinar Ciência a um público heterogéneo e não institucionalizada. Estão neste caso as visitas a Museus e Centros de Ciência, as visitas a universidades e laboratórios de investigação, a observação de programas televisivos de divulgação científica pensados especialmente para crianças e jovens, etc. Este tipo de aprendizagem instrui-se tendo em conta a vontade do indivíduo e num clima propício para o efeito, geralmente concebido para se tornar agradável.

Ainda segundo os mesmos autores, a educação informal é um processo que ocorre de forma espontânea, diariamente, durante toda a vida e no qual as pessoas adquirem e acumulam conhecimentos, atitudes e competências. Este tipo de aprendizagem não é organizada, nem

estruturada, é a menos programável de todas e é aquela a que o povo costuma chamar de “escola da vida” ou “voz da experiência”.

Alguns autores não fazem distinção entre a educação não formal e a informal, considerando toda a educação que ocorre fora do espaço escolar como informal. Assim, para estes autores, só existem dois tipos de aprendizagem, a formal e a informal (Pereira, 2002).

Parece-nos pertinente referir que os três tipos de educação, formal, não formal e informal, podem coexistir no tempo, sendo todos eles importantes para a educação em Ciência dos cidadãos.

Cada vez surgem mais investigações (Neathery,1998, Duensing, 2000 cit. por Cuesta *et al.* 2002) que apresentam os Museus e Centros de Ciência, como recursos de aprendizagem não formal, que não se substituindo à aprendizagem formal escolástica, podem ser um precioso contributo para colmatar a distância entre o que é por vezes transmitido como Ciência nas escolas, e o que é realmente Ciência.

Segundo Pérez e Molini (2004), Centros de Ciência são elementos cada vez mais importantes no processo de alfabetização científica da sociedade, porque além de serem espaços de aprendizagem não formal, podem também ser, dependendo do tipo de público e das circunstâncias das visitas, espaços de aprendizagem formal e informal. Assim, para um visitante ocasional que pratica o chamado “turismo cultural” o Museu funcionaria como um espaço de aprendizagem informal, mas para um grupo escolar organizado poderia perfeitamente falar-se de aprendizagem não formal ou então de aprendizagem formal, se a visita e o próprio Museu estivessem integrados no curriculum desses alunos, como

parte efectiva do mesmo, incluindo trabalhos, avaliações que tivessem como objectivo os conteúdos do próprio Museu.

Segundo Gohn (2001 cit. por Smania-Marques *et al.*, 2005), a aprendizagem de conteúdos da escolarização formal em Centros de Ciência, onde o ensino é feito de forma mais espontânea, possibilita a produção de novos conhecimentos. Só é necessário que exista quem saiba e quem queira ou precise de aprender, muitas vezes a aprendizagem ocorre espontaneamente, sem que os próprios participantes do processo tenham disso consciência.

Pelo atrás referido, parece-nos pertinente dizer que é praticamente consensual que os Centros de Ciência, enquanto espaços não formais de aprendizagem, são um contributo importante nesse processo. Porém, quando se fala em aprendizagem nos Centros de Ciência, subsiste sempre a questão levantada pelos seus responsáveis, por professores, por cientistas e até por visitantes adultos ao observarem a intensa actividade e entusiasmo das crianças e jovens quando visitam uma exposição interactiva, que é se eles realmente aprendem ou se só jogam e se divertem? (Cuesta *et al.*, 2000; 2002; Dubini *et al.*, 2006)

2.2 – Aprendizagem em exposições interactivas nos Centros de Ciência: *aprendem realmente ou só jogam e se divertem?*

Embora o conceito de alfabetização em ciências e os resultados das numerosas pesquisas que ocorreram nas últimas décadas em relação ao processo de aprendizagem nos Centros de Ciência sejam, para muitos, suficientes para justificar a consecução de aprendizagem nesses locais e a *American Associations of Museums* (AAM) reconhecer o potencial educativo dos Centros de Ciência, podemos afirmar que este potencial continua a ser motivo de controvérsia. Alguns membros da comunidade

científica, continuam a mostrar-se cépticos em relação à aprendizagem com as "experiências divertidas" que se encontram nos Centros de Ciência e mostram grandes dúvidas relativamente ao seu interesse didáctico (Anderson *et al.*, 2003).

Parafraseando Caldeira (2006), "*A experiência adquirida nos dez anos de funcionamento do Exploratório confirma a sua utilidade como ambiente de aprendizagem não formal e complemento da actividade escolar*". Idêntica opinião apresentam Dierking *et al.* (2004) ao considerarem que a aprendizagem, nas visitas a Centros de Ciência, anteriormente negada por alguns, é hoje demonstrada por inúmeros resultados de investigação.

Alan Friedman, director do *New York Hall of Science*, no Seminário Internacional de Implantação de Centros e Museus de Ciência, realizado em 1999, no Rio de Janeiro, referiu não fazer a menor ideia e acreditar que realmente ninguém faça, sobre o grau de eficiência da aprendizagem que acontece nos museus (Constantin, 2001). Porém, segundo esta autora, os museus propiciam momentos únicos aos seus visitantes permitindo-lhes maravilharem-se com os fenómenos que apresentam e dando-lhes a possibilidade de descobrirem (ou não) as suas causas e aplicações. Se a aprendizagem é imediata ou progressiva, diferente, barulhenta, ou mesmo se ela não é efectivamente alcançada por parte dos visitantes, segundo Bettelheim (1991, cit. por Constantin, 2001) "*o maior valor do museu, independentemente do conteúdo que possa ter, é estimular - e o que é mais importante, cativar - a imaginação; despertar a curiosidade para que se deseje aprofundar o significado daquilo a que se expõe no museu; proporcionar oportunidade de admirar coisas que estão muito além do alcance daquele momento e; mais importante ainda, provocar a sensação de assombro com as maravilhas do mundo.*"

Tendo em conta a opinião de Cuesta *et al.* (2002), o interesse e o dinamismo que caracterizam o comportamento dos jovens nos Centros de Ciência não se fica a dever apenas a estes considerarem as actividades como forma de entretenimento e diversão. Acreditam que eles aprendem nesta situação embora, por vezes, só tenham consciência dessa aprendizagem mais tarde, quando maturarem ou quando estudarem assuntos novos.

Por exemplo, quando as crianças, no Exploratório, conseguem levantar sem esforço o saco de areia do módulo "*Tanta força, pouca força*" com certeza que, naquele momento, não aprendem o princípio de funcionamento da alavanca, mas puderam comprovar uma situação que no futuro os ajudará a perceber as leis da mecânica. De igual forma, quando mantêm a bola sobre a corrente de ar e a tentam encestar no cesto de *basket*, do módulo "*Bola ao cesto*" do Exploratório também não aprendem o teorema de Bernouilli, mas, mais tarde quando analisarem este teorema numa aula de Física, eles recordarão a experiência lúdica e compreenderão o seu fundamento e as suas aplicações.

Wellington (1990) defende que "*aquilo que os visitantes não aprendem através do jogo, ou de situações de exploração, também não o aprendem geralmente, lendo uma série de artigos*" e assegura que os Centros de Ciência contribuem para a aprendizagem, embora reconheça que muitas vezes esta não seja imediata e só ocorra mais tarde, indirectamente. Considera que embora uma visita a uma exposição interactiva dum Centro de Ciência permita desenvolver competências no domínio conceptual, procedimental e atitudinal⁹, são os dois últimos as mais favorecidos.

⁹ Actualmente as reformas educativas de muitos países, nomeadamente as de Portugal, diferenciam três tipos de objectivos educacionais: os conceptuais, os procedimentais e os atitudinais.

Para uma instrução completa em Ciência, o mesmo autor considera três classes de conhecimento: conhecimento que (factos, acontecimentos, fenómenos), conhecimento como (capacidades, processos, competências) e conhecimento porque (explicações, modelos, analogias, quadros de referência, teorias). Vários estudos efectuados pelo mesmo autor, levam-no a dizer que *"os Centros de Ciência contribuem quase exclusivamente para um conhecimento que, e raramente para um conhecimento de como e porque o fenómeno ocorre"*. No entanto, afirma *"os meninos e meninas, quando visitam um Centro de Ciência, vêem e fazem muitas coisas num curto espaço de tempo; algumas delas sem dúvida, aflorarão semanas, meses e inclusivamente anos, mais tarde e portanto, mesmo que a contribuição dos Centros Interactivos não seja imediata, pode ter um efeito indirecto"*. Esta aprendizagem conceptual, por sua vez, também depende de inúmeros factores tais como a idade, os conhecimentos prévios, as experiências, as atitudes, etc.

Acrescenta ainda que, no domínio procedimental, os Centros de Ciência contribuem largamente para o desenvolvimento de capacidades manipulativas, destrezas manuais e de coordenação entre as mãos e os olhos, mas considera que é no domínio afectivo (desenvolvimento do interesse e da motivação, o desejo de aprender, a criatividade, etc.) que os Centros de Ciência podem ter maior influência, colmatando as deficiências da educação formal. *"Desenvolvendo objectivos do domínio afectivo, os Centros de Ciência contribuirão para os objectivos de natureza cognitiva de ordem superior"* ou seja contribuirão para o conhecimento como e conhecimento porque.

Segundo Anderson *et al.* (2003), para avaliarmos o que os visitantes aprendem (ou não) num Centro de Ciência teríamos primeiro que considerar o que entendemos por aprendizagem. Se, como dizem alguns autores, aprender significa adquirir ideias, então a nossa investigação

deveria avaliar a quantidade de informação que cada visitante adquiriu. Mas, se pelo contrário, como afirmam outros autores, na aprendizagem é tanto ou mais importante saber o “como e o quanto se aprende”, então avaliar o que os visitantes aprendem numa exposição interactiva é muito mais difícil e complicado. Efectivamente, durante a última década do século passado a definição explícita do que significa realmente “aprender” não tem sido narrada, na maior parte da literatura publicada sobre aprendizagem em museus.

O maior desafio que se coloca aos investigadores para estudar a aprendizagem em Centros de Ciência é o desenvolvimento de instrumentos apropriados e distintos dos empregues para avaliar a aprendizagem formal. São várias as dificuldades que surgem neste processo: por um lado é difícil manter um controlo experimental sem influenciar o comportamento dos visitantes, (a introdução de câmaras de filmar ocultas e entrevistas à posteriori, são dois métodos que permitem obter dados mais fiáveis), por outro, a diversidade de temas, de formas de exposição e a quantidade de conhecimentos que cada visitante possui, não permitem generalizar os resultados das investigações (Cuesta *et al.*, 2000).

Em 1992, Falk e Dierking em “The Museum Experience” (Falk e Dierking, 1992), descreveram os inúmeros factores que podem influenciar a aprendizagem dos visitantes num Centro de Ciência. Na última década, o número e a diversidade de investigações sobre esse assunto aumentou consideravelmente, tendo como consequência o aparecimento de uma variedade de perspectivas sobre a fundamentação teórica e a natureza dessa aprendizagem (Dierking *et al.*, 2004).

Segundo Falk (2004), o progresso significativo dos últimos anos acerca da compreensão e descrição da aprendizagem nos Centros de Ciência,

consistiu principalmente, na imensa lista de factores (intelectuais, afectivos, físicos, sociais, etc.) que apareceram, e foram seriamente analisados, relacionados com a aprendizagem dos visitantes. Entretanto, apesar de se conhecerem esses factores, discute-se ainda como é que se hão-de considerar esses factores holisticamente, uma vez que não foram ainda suficientemente incorporados nos nossos modelos de pesquisa. Ele sugere que situar a aprendizagem decorrente dos museus num espaço e numa escala mais alargados, não é um preciosismo abstracto, mas conhecimento fundamental para validar aquilo que é ou não aprendido numa experiência museológica.

Os Centros de Ciência são espaços multidimensionais, dinâmicos e complexos, pelo que segundo o mesmo autor, não são abordagens fáceis, lineares ou redutíveis que vão permitir compreender a aprendizagem que neles ocorre. Ele considera que nos próximos 10 a 15 anos as investigações que se fizerem sobre a aprendizagem nos museus terão que possuir um nível de sofisticação mais elevado de forma a abarcarem a verdadeira complexidade da aprendizagem das experiências museológicas.

2.3 - Exposições nos Centros de Ciência: o método da interactividade emocional

Expor um saber científico num Centro de Ciência é, basicamente, transferi-lo para um objecto de exposição que permita a interactividade entre os individuos, os objectos e o conhecimento científico (Dubini *et al*, 2006). A interactividade permite ao visitante uma visão realista da actividade científica, permitindo-lhe viver as emoções do cientista (Gil, 1989; Wagensberg, 1998; Sánchez-Mora e Tagueña, 2003). Assim, para que ocorra transmissão de conhecimento é fundamental colocar o visitante (destinatário) "no lugar" daquele que elaborou o conhecimento.

A implicação dum visitante num museu apresenta, no mínimo, três de tipos diferentes de interactividade: a manual (*hands on*), a mental (*minds on*) e a emocional (*heart on*). A conjugação dos três proporciona a interactividade total (Wagensberg, 1998).

A interactividade manual (*hands on*), baseia-se na experiência. Quando se fala de exposições interactivas, muitas vezes acontece que os termos interactivo e "*hands on*" são utilizados indistintamente, sem no entanto, terem o mesmo significado. Os módulos "*hands on*" requerem o envolvimento físico do visitante, por exemplo tocar na pele de um animal (o módulo é passivo) ou carregar num botão para accionar um mecanismo qualquer (o módulo é reactivo) (Rennie e McClafferty, 1996 cit. por Conceptual e Padilla, 1997).

Segundo Wagensberg (1998) a interactividade manual pode variar entre uma situação mínima como a referida no parágrafo anterior ou culminar numa situação em que o visitante pode usar a resposta da sua acção para iniciar uma nova acção.

A genuína interactividade manual dá ao visitante a oportunidade de "conversar" com a natureza (sem intermediários): uma resposta da natureza sugere nova manipulação, outra pergunta a escolher e a decidir. O visitante coloca-se na situação do cientista (Wagensberg, 2000). Este autor considera que o aspecto vicioso da actividade manual acontece quando apenas se pretende que o visitante faça algo não importando o quê, como por exemplo carregar num botão para iluminar um módulo que por defeito, estaria às escuras. Na verdade, a interactividade manual pode ser "muito pouco", sem a interactividade mental, pois "*hands on*" não significa necessariamente "*minds on*". Porém, isso não significa que tocar e manipular não sejam importantes, pois ambas propiciam o interesse e a compreensão do visitante.

A interactividade mental (*minds on*), provoca um envolvimento intelectual do visitante, essencial em qualquer aprendizagem. O visitante ao ter que distinguir o essencial do acessório, encontrar semelhanças no aparentemente diferente, recolher evidências, seleccionar opções, fazer comparações, detectar um paradoxo ou uma contradição, sugerir uma nova ideia, planear uma nova experiência, tirar conclusões, faz a construção do seu próprio modelo mental (Dubini, 2006; Wagensberg, 1998; 2000).

A interactividade emocional (*heart on*) tem a ver com a compreensão intuitiva, de senso comum, que desenvolvemos com base na nossa experiência e que por isso pode originar interpretações erróneas. Contrasta com a anterior que se baseia em interpretações obtidas através do conhecimento científico (Conceptual e Padilla, 1997). Uma boa exposição de Ciência é capaz de despertar emoções no visitante, não emoções de qualquer tipo, mas sim emoções sobre a inteligibilidade da Natureza, uma boa exposição garante ao visitante uma concentração de emoções inteligíveis, (Wagensberg, 2000). A Ciência é universal, mas não a realidade em que ela se manifesta, assim uma exposição pode apresentar variações estéticas, éticas, morais, históricas ou simplesmente do dia-a-dia que conectem com algum aspecto sensível do visitante (Wagensberg, 1998). Este autor defende ainda que uma exposição para ter qualidade deve basear-se numa boa dose dos três tipos de interactividade. Em rigor, os três tipos de interactividade são emocionais, pelo que considera que deveríamos falar em actividade emocional em sentido lato, para falar da actividade total atrás descrita.

Assim, para projectar e construir boas exposições interactivas, há a necessidade de criar estímulos a favor do conhecimento científico tendo como método a interactividade emocional em sentido lato: a

interactividade manual ou de emoção provocada "*hands-on*", a interactividade mental ou de emoção inteligível "*minds on*" e a interactividade cultural ou de emoção cultural "*heart on*" (Dubini, 2006; Wagensberg, 1998; 2000).

Após vários trabalhos de investigação em que fez entrevistas a crianças e adultos e como desenhador de módulos interactivos, William (1990, cit. por Cuesta *et al.*, 2002), chegou à conclusão que a interactividade é um processo importante na aprendizagem das ciências uma vez que:

1 - fortalece a memória, pois, alguns meses após a realização da visita os visitantes ainda recordam o que viram e o que fizeram;

2 - possibilita a relação entre conceitos, assim, os fenómenos observados e as actividades realizadas ao ficarem gravadas na memória do visitante permitem, à posteriori, a incorporação de novos conhecimentos;

3 - facilita a integração das ideias. Cada visitante traz consigo uma bagagem de conhecimentos prévios, que por vezes não estão correctos. Ao participar activamente nas actividades propostas, o visitante poderá integrar e reorganizar as suas ideias dentro do seu próprio esquema cognitivo;

4 - ajuda a desenvolver atitudes positivas face à Ciência.

Da análise dos pontos anteriores é possível inferir que se a interactividade não pode garantir a aprendizagem do visitante pelos menos contribui largamente para a sua consecução. Segundo Valente *et al.* (2005), a interactividade, "*possuidora de características eminentemente lúdicas, ou seja ao mesmo tempo que informa, entretém, é a forma mais privilegiada de estabelecer a comunicação com o saber*".

2.4 – Factores que influenciam a aprendizagem: o modelo da “experiência interactiva”

Na perspectiva de diferentes autores (Falk e DierKing, 1992; Santos, 1996; Cuesta *et al.*, 2000; 2002; Ortiz, 2002; Pina *et al.*, 2003; Dubini *et al.*, 2006; Almeida e Lopes, 2003) são numerosos os factores que podem influenciar a aprendizagem que se realiza nos Centros de Ciência.

Actualmente o estudo dos factores que influenciam a aprendizagem em Museus talvez seja o tema que focaliza mais esforços e investigações por parte dos investigadores sobre a aprendizagem nos Museus (Cuesta *et al.*, 2000).

Baseados na sua vasta experiência em Museus, Falk e Dierking (1992) propuseram-se investigar a aprendizagem em Museus e em que situações era possível dizer, que a aprendizagem tinha efectivamente ocorrido. Assim, propuseram o “modelo de experiência interactiva” que conceptualiza a experiência da visita como uma interacção entre três conceitos: pessoal, social e físico (Figura 1).

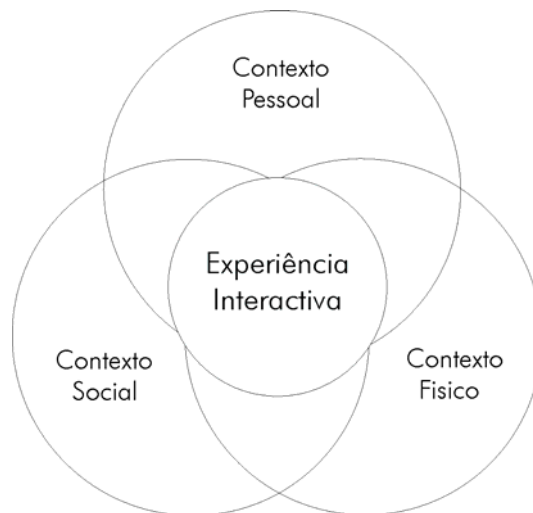


Figura1- Modelo da Experiência Museológica

(segundo Falk e Dierling, 1992)

Estes investigadores afirmam que a natureza da experiência museológica de um visitante depende: do contexto pessoal (interesses individuais, experiências prévias, formação, educação); do contexto físico (espaço, arquitectura, módulos), e do contexto social (com quem o indivíduo visita e/ou interage no museu – colegas da escola, professores, família, amigos, vizinhos, outros visitantes, guias e monitores).

Mais tarde, este modelo passou a ter em conta a dimensão temporal, ou seja passou a considerar que a aprendizagem é um processo dinâmico que ocorre em períodos distintos para cada indivíduo. A nova versão foi designada "*Modelo contextual de aprendizagem*" (contextual model of learning), e parece-nos mais completa que a anterior uma vez que é uma concepção diacrónica, pois através de investigações realizadas constatou-se, que fenómenos observados numa determinada exposição podem servir de base para a construção de um novo conhecimento muito tempo depois da experiência da visita ter ocorrido (Falk e Dierking, 2000 cit. por Almeida e Lopes, 2003).

2.4.1 – O contexto físico

O contexto físico abrange tanto o edifício do Centro de Ciência, como a sua área envolvente (jardins, etc.), a sala de exposição, a natureza e disposição dos módulos que constituem a exposição, a congruência entre cada um deles e com o ambiente total da própria sala onde estão inseridos e até do próprio Centro, a disposição dos painéis de informação e de todos os elementos da exposição e o percurso proposto pela exposição. Todos estes elementos influenciam positiva ou negativamente o visitante. A sinalização adequada que lhes permita sentirem-se cómodos e não perdidos dentro do Centro, a qualidade da iluminação, a existência de locais para repouso, potenciam o bem-estar do visitante, deixando-o mais livre para poder apreciar a exposição (Almeida e Lopes, 2003; Ruiz 2003).

O espaço da exposição

As características físicas e funcionais de um lugar de exposição – a disposição dos módulos no espaço, a iluminação, os sons e os percursos possíveis a seguir – condicionam o nosso comportamento, impondo-nos práticas específicas. Isto mesmo pode ser observado num Centro de Ciência onde os espaços são geralmente abertos, onde a interacção com os módulos provoca um ruído intenso de risos, conversas e experiências em que se utilizam todos os sentidos. Mas o aspecto físico vai mais além da forma como os elementos estão dispostos num determinado espaço; na realidade esta composição de recursos faz parte dos ambientes de aprendizagem arquitectados pelas equipas responsáveis dos Centros de Ciência que organizam o espaço do modo a proporcionarem aos visitantes uma melhor interpretação global da exposição, com vista à transmissão de uma determinada mensagem, como se duma história se tratasse (Santos, 1996; Ortiz, 2002).

Embora os responsáveis dos Centros de Ciência quando projectam uma exposição respeitem a organização e sequência espacial que consideram mais proveitosa para os visitantes, estes raramente seguem a ordem definida, fazendo as suas opções livremente.

Falk (1983), descreve uma investigação que realizou para saber se a organização do espaço da visita de forma estruturada ou não estruturada (visita livre) influenciava, ou não, a compreensão da exposição por parte dos visitantes. Considerou dois arranjos idênticos para uma exposição sobre ecossistemas marinhos e sujeitou os visitantes a um conjunto de instrumentos (acompanhamento dos visitantes, observações sistemáticas, entrevistas e respostas a um questionário) que lhe permitiram validar a sua investigação. Concluiu que a exposição organizada de forma não

estruturada propiciava melhor compreensão da exposição, a liberdade de escolha era então mais favorável aos visitantes.

Os resultados do estudo de Falk (1983), alvitram que o arranjo dos elementos individuais de uma exposição devem ter uma organização conceptualmente coerente. Esta organização tem por objectivo não só facilitar a percepção por parte do visitante, mas também incitá-lo a eleger o seu próprio modo de avaliar a exposição.

Almeida (2001 cit. por Almeida e Lopes, 2003) através dum estudo feito no Museu Lasar Segall constatou que elementos positivos do ambiente físico do museu, mesmo não sendo prioritários (caso do jardim que os visitantes tinham que atravessar) intervêm directamente nas suas recordações e na avaliação que o visitante faz do Museu. Se a recordação que um visitante tem de um Museu é uma experiência agradável, maior é a probabilidade de ele retornar.

Os módulos interactivos

Os módulos interactivos são aparelhos ou artefactos através dos quais se comunicam temas científicos e/ou tecnológicos mediante explicações, simulações, apresentações ou representações de fenómenos, princípios e leis. Estes módulos oferecem através da interacção, a observação e a leitura, a possibilidade do visitante se relacionar de forma lúdica com conceitos científicos. Eles fazem a aproximação da Ciência com o entretenimento, mediante recursos informativos, didácticos e criativos, sendo esteticamente atraentes e apelativos (Ortiz, 2002). Se são destinados a ser manuseados por público mais jovem deve haver uma preocupação redobrada com a segurança e a resistência dos materiais com que são feitos (Cuesta *et al.* 2002).

É incontestável a atractividade que os módulos interactivos apresentam numa exposição. Sandifer (2003) comparou o tempo médio

que um visitante investe num módulo interactivo relativamente a um que não o é, e constatou que é três vezes superior no primeiro.

Ao conceber, construir e montar exposições interactivas, é necessário ter em conta as características desejáveis dos módulos que as constituem relativamente ao seu poder de atracção, entretenimento e aprendizagem (Conceptual e Padilha, 1997). Segundo estes autores algumas dessas características são:

- o seu carácter expositivo, demonstrativo ou interactivo;
- a capacidade de fornecerem experiências com resultados de "final aberto" ou "final fechado";
- serem de percepção e estimulação unissensorial ou multissensorial;
- conterem, para o público comum, elementos conhecidos ou inovadores;
- a fundamentação do fenómeno que pretendem demonstrar ter como base um ou vários princípios científicos;
- poderem ser usados só por um visitante ou, pelo contrário, fomentarem a utilização simultânea de vários, promovendo a participação cooperativa;
- poderem ser utilizados pelas escolas, como recursos educativos para apoio à parte experimental dos programas didácticos.

A avaliação de protótipos é um dos métodos que se tem revelado bastante eficaz na concepção e construção de módulos interactivos. Dubini *et al.* (2006) referem que no desenho e construção de módulos interactivos são elaborados protótipos que depois são sujeitos a selecção.

Diamond (1991) cita a avaliação que realizou com os módulos que executou com rochas e minerais a partir de protótipos. Utilizando como instrumentos de avaliação inquéritos e entrevistas, este autor, foi fazendo alterações de forma a melhorar os módulos de acordo com as

informações que ia obtendo por parte dos visitantes, até chegar à versão final.

Studart (2005) no modelo que sugere para o desenvolvimento de exposições dirigidas ao público infantil, relata a importância que deve ser dada à avaliação preliminar (front-end) e formativa. A primeira permite constatar se a exposição está de acordo com o interesse e a faixa etária das crianças e a segunda testa, por meio de protótipos, a utilização dos módulos interactivos pelas crianças e permite ainda resolver possíveis problemas ergonómicos que existam.

Gaspar (1993) refere a importância da técnica da avaliação formativa na construção e montagem de módulos interactivos. Esta resulta da acção desenvolvida em colaboração com os visitantes em que o protótipo do criador, consoante as reacções dos seus utilizadores, vai sofrendo ajustes sucessivos durante uma fase de testes, que se confunde com a própria concepção final. Cita como exemplo deste procedimento a construção e instalação de um telescópio no Lawrence Hall of Science da Califórnia e a elaboração de uma exposição sobre mutações, no Museu Britânico.

A partir de observações feitas em diversas investigações, Cuesta *et al.* (2000 e 2002), constataram que os módulos das diferentes exposições não atraem de igual forma todos os visitantes. Este facto tem levado outros investigadores a procurarem soluções que tornem os módulos mais funcionais e atractivos e segundo os mesmos autores das suas investigações, destacam-se dois aspectos:

- a influência do género de módulo interactivo (alta ou baixa interactividade, apresentação concreta ou abstracta e informação simples ou completa);
- o conteúdo e apresentação gráfica dos painéis informativos que geralmente acompanham os módulos.

Relativamente ao primeiro aspecto, estudos realizados por Boisvert e Slez (1995 cit. por Cuesta *et al.* 2000) revelaram diferenças significativas entre o tipo de módulo interactivo e o seu "*poder de atracção, retenção e implicação*".

O *poder de atracção* é geralmente definido como a percentagem de visitantes que param e observam um determinado módulo durante cinco ou mais segundos.

O *poder de retenção* é medido pela quantidade de tempo que um visitante emprega na observação ou manipulação de um determinado módulo.

O *poder de implicação* é evidenciado pelo grau com que o visitante presta atenção a um módulo, observando-o, lendo as legendas ou os painéis que o acompanham, interagindo com ele ou discutindo-o com outros indivíduos.

Através da observação da interacção dos visitantes com diferentes módulos, os mesmos autores constataram que os módulos que apresentam maiores valores de atracção, retenção e implicação, são os módulos caracterizados por alta interacção, apresentação concreta e informação completa. Pelo contrário, os módulos com menores valores de atracção e implicação são os que apresentam baixa interacção e apresentação abstracta.

Por conseguinte, Peart (1984) numa investigação sobre o comportamento dos visitantes, centrada em resultados de aprendizagem a curto prazo, numa exposição sobre corvos do mar, no British Columbia Provincial Museum, concluiu que as exposições "concretas", constituídas por objectos tridimensionais, são mais atractivas e permitem um maior poder de retenção que as "abstractas" constituídas apenas por legendas e figuras.

Segundo Sandifer (2003), as principais variáveis dos módulos interactivos que podem contribuir para atrair a atenção do visitante são: o seu tamanho, a capacidade de emitirem som ou não e a presença ou ausência de movimento. Ele constatou que os módulos de maior tamanho, que emitem sons e têm movimento, são aqueles que à chegada a uma exposição despertam mais atenção e interesse nos visitantes.

Idêntica constatação foi referida por Cuesta *et al.* (2002), em que estudos realizados nos Centros de Ciência de Manila indicam que os estudantes preferem módulos interactivos que produzam som, luz e movimento.

Porém, convém enfatizar que esta atracção inicial por estes módulos, não significa que, posteriormente, passem mais tempo a manuseá-los. Para que tal aconteça é necessário que o módulo seja capaz de proporcionar ao visitante uma experiência intrinsecamente motivadora e para isso é necessário que haja uma finalidade clara, que o indivíduo tenha um certo controlo sobre a tarefa que executa e que ela seja adequada ou adaptável às suas capacidades (Sandifer, 2003). Assim, segundo estudos realizados por Borun e Dritsas (1997, cit. por Sandifer, 2003), a partir do momento inicial em que o visitante interage com o módulo há outras características que contribuem para manter o interesse do visitante, tais como:

- a capacidade de favorecer a discussão ou seja, as suas observações e resultados serem suficientemente diversificados e complexos para gerarem a discussão em grupo;
- a comodidade de utilização quer seja utilizado por crianças ou adultos;
- a capacidade de fornecer ligações com os conhecimentos e as experiências prévias dos visitantes;

- a legibilidade dos textos que acompanham o módulo facilitarem a sua interacção e compreensão;
- a sua adaptabilidade a diferentes estilos de aprendizagem e níveis de conhecimento;
- a capacidade de poder ser utilizado por várias pessoas e ter vários lados acessíveis, para que os visitantes se possam colocar à sua volta.

Allen e Gutwill (2004) chamam a atenção para alguns problemas que podem surgir e que devem ser tidos em conta, quando se projectam módulos que têm níveis elevados de interactividade ou que apresentam características interactivas múltiplas:

- existência de opções múltiplas com importância igual;
- características que permitam que os múltiplos usuários interfiram uns com os outros;
- opções que incentivem os utilizadores a desviarem-se dos fenómenos que estão a ser mostrados;
- existência de características que dificultem a descoberta do objectivo máximo do módulo;
- existência de características secundárias que obscurecem a característica mais importante.

Studart (2005) refere que numerosos estudos evidenciam que a dinâmica familiar é substancialmente afectada pelas abordagens interpretativas e a concepção da exposição interactiva (o seu tema, a natureza da tarefa e o design dos módulos, o tempo de interacção, o uso individual ou colectivo), pelo que estes factores devem ser cuidadosamente ponderados quando se concebem módulos interactivos e se procede à sua avaliação e validação.

As estratégias de comunicação

O facto da interactividade dos módulos ser hoje um factor incontestável de importância da aprendizagem, tem concentrado em si a atenção da maioria das investigações levadas a cabo pelos diferentes investigadores, levando estes a dedicarem muito menos atenção à forma como a comunicação da informação relativa aos módulos interactivos, é realizada. Porém, não há dúvida que muitas vezes a forma e o usufruto que um visitante faz de uma determinada exposição interactiva, é fortemente influenciada pelo conjunto de textos, imagens e ilustrações que acompanham os módulos que a constituem (Cuesta *et al.*, 2002).

Segundo os mesmos autores, são muito diversificadas as formas encontradas pelos Centros de Ciência para incentivar o visitante a interagir com o módulo e a proporcionar-lhe explicações que ilustrem o fenómeno e expliquem o seu fundamento. Painéis informativos junto ao módulo ou formando parte integrante dos mesmo, informações que funcionam como instruções, guiões de visita, ilustrações utilizadas como reforço da mensagem que se pretende transmitir, códigos de cores para distinguir diferentes tipos de informação (por exemplo, para distinguir instruções, de explicações) etc., são exemplos de estratégias utilizadas pelo pessoal dos Centros para cativar os visitantes e citando Constantin, (2001) "aguçar a curiosidade inata da criança e redescobri-la no adulto".

Minda Borun e Maryanne Miller (1980 cit. Cuesta *et al.*, 2002) realizaram várias investigações no Franklin Institute, em Filadélfia, das quais retiraram várias inferências:

- que se um módulo interactivo é capaz de atrair e reter a atenção do visitante, então é provável que ele leia o painel associado ao mesmo, uma vez que 68% dos painéis colocados junto dos módulos eram lidos pelos visitantes;
- que painéis explicativos colocados junto dos módulos interactivos aumentavam significativamente a qualidade da interacção dos

visitantes, uma vez que quando os módulos estavam legendados, 78% dos visitantes interagiam com eles e contrariamente, se não estavam legendados, apenas o faziam 6%.

Estas investigações permitem-nos dizer que a presença de informações junto dos módulos, quer sejam legendas ou explicações, podem melhorar significativamente a qualidade das experiências dos visitantes.

Estudos realizados revelam que textos pequenos, com duas ou três mensagens são os mais apropriados para a maioria dos visitantes. Também se constatou que mesmo contendo gráficos e desenhos coloridos, poucas crianças lêem os painéis explicativos, (Cuesta *et al.*, 2002). Já anteriormente, Dierking e Falk (1994), puderam verificar, mediante investigações efectuadas, que muitos visitantes e particularmente as crianças interagem com o módulo antes de lerem as instruções, só fazendo a sua leitura, quando não obtêm êxito na actividade que estão a desenvolver.

Entretanto, Thomas e Caulton (1996 cit. por Cuesta *et al.*, 2002) concluíram a partir dos seus últimos estudos que uma clara sinalização direccional e textos introdutórios à entrada de cada exposição, podem ajudar o visitante a ter uma orientação espacial e psicológica. Os mesmos autores referem ainda que, um título grande e definido, instruções simples e claras para manipular o módulo, orientam o visitante conceptualmente e constituem um requisito essencial para a orientação intelectual.

2.4.2 – O contexto pessoal

Cada visitante cresceu dentro dum ambiente cultural que influenciou a sua personalidade. O contexto pessoal engloba todos os interesses, as expectativas, as motivações, as crenças, os conhecimentos prévios dos visitantes, a escolha do percurso, as atitudes durante a visita e os acontecimentos e experiências de reforço subsequentes que se

relacionem com a experiência museológica, fora do Museu. As pesquisas de avaliação e aprendizagem demonstraram que o contexto pessoal é determinante na escolha da exposição ou do Museu a visitar, bem como da qualidade da própria visita, variando de indivíduo para indivíduo. (Colinvaux, 2005; Almeida, 2004; 2005; Falk e Dierking, 1992; Conceptual e Padilla, 1997).

Ideias prévias dos visitantes

Cada visitante tem a sua própria concepção do mundo que o rodeia e que adquiriu ao longo da sua aprendizagem formal e não formal. Muitas dessas ideias têm por base a experiência e a linguagem quotidiana, que muitas vezes, se encontram em conflito com os conceitos e modelos cientificamente aceites, pelo que são consideradas como concepções alternativas. Estas ideias, diferentes das cientificamente aceites mas que fazem sentido e são sentidas como úteis para quem as possui, são usadas para explicar diversos factos e fenómenos do âmbito das ciências.

Refira-se ainda, que através da aprendizagem que fazemos ao longo da vida vamos desenvolvendo “mini-teorias” e modelos explicativos que nos ajudam a resolver situações, a prever outras e a tomar decisões sobre os nossos actos. A importância daquilo que existe na mente, para a aprendizagem de cada um é uma das premissas do construtivismo¹⁰. Segundo esta teoria, que se desenvolveu a partir dos anos 80, os indivíduos utilizam o conhecimento que já possuem para dar sentido às suas novas experiências, o que envolve interacções de influência e dependência entre o conhecimento prévio e o conhecimento a adquirir. (Santos *et al.*, 1995; Cazelli *et al.*, 1999).

¹⁰ Esta concepção do conhecimento e da aprendizagem que derivam, principalmente, das teorias da epistemologia genética de Jean Piaget e da pesquisa sócio-histórica de Lev Vygotsky parte da ideia de que o Homem não nasce inteligente, mas também não é passivo sob a influência do meio, isto é, ele responde aos estímulos externos agindo sobre eles para construir e organizar o seu próprio conhecimento, de forma cada vez mais elaborada.

Diversos trabalhos realizados em Centros de Ciência confirmam que a investigação em concepções alternativas pode levar à criação de módulos mais eficientes que ajudem a reestruturar as ideias prévias dos visitantes. Ao interagirem com os módulos, os visitantes têm a possibilidade de repensar as concepções prévias que têm de determinado fenómeno, podendo elaborar novas concepções próximas das científicas (Cazelli *et al.*, 1999). Um exemplo característico é o trabalho realizado por Feher e Diamond (1990), destinado a analisar e alterar as ideias prévias (concepções alternativas) que os visitantes, principalmente crianças, têm sobre a luz. No seu trabalho eles investigaram duas ideias prévias (concepções alternativas) sobre a formação de sombras, a primeira em que a sombra é explicada como sendo projectada pelo objecto que a produz sobre um ecrã, quando a luz incide sobre ele, e a segunda, o chamado modelo holístico, segundo o qual cada ponto de uma fonte de luz emite apenas um raio e a forma da fonte se propaga, como um todo, projectando-se no ecrã. Através do conjunto de módulos interactivos denominados "Sombras Sofisticadas", criado pelos projectistas do *Exploratorium*, foi possível trabalhar criticamente estas concepções e promover a sua mudança conceptual.

Investigações realizadas no *Franklin Institute* e outros Museus de Ciência, reiteram a alteração de concepções alternativas usando módulos interactivos construídos especificamente para esse fim (Bloom, 1992 cit. por Cuesta *et al.*, 2002).

Segundo Cuesta *et al.* (2000), os visitantes quando visitam uma exposição interactiva, aproximam-se dos fenómenos naturais com uma estrutura conceptual já formada ou em formação e, mediante a mesma, procuram explicar tudo que observam ou fazem. Neste aspecto, e tendo em conta alguns estudos realizados por Feher e Rice (1990 cit. por Cuesta *et al.*, 2000), a aprendizagem realiza-se mediante níveis de

aprofundamento nos quais, as ideias prévias dos visitantes entram em conflito com os resultados obtidos ao manipular os módulos. Esta situação de conflito, leva o visitante a procurar novas explicações, que, em caso de satisfazerem as suas expectativas, podem proporcionar uma aprendizagem significativa.

Parafraseando Semper (1990), "*os módulos dão aos visitantes a oportunidade para investigar e validar (ou invalidar) directamente as suas teorias pessoais.*"

Muitos estudos têm-se centrado nas ideias prévias dos visitantes, especialmente aqueles que são efectuados durante a planificação de uma exposição, uma vez que elas se revestem de grande importância para a equipa projectista, pois o seu conhecimento permite-lhes criar exposições que sejam verdadeiros veículos de transmissão no processo de comunicação da Ciência. Guichard (1998 cit. por Cuesta *et al.*, 2000) menciona que a exposição interactiva de *La Citée des Enfants* em La Villette de Paris, foi realizada tendo em conta entre muitos outros aspectos as ideias prévias das crianças. Gottesdiener (1987 cit. por Almeida e Lopes, 2003) dá como exemplo o estudo realizado durante o planeamento da exposição sobre drogas desenvolvido pela equipa do *Musée de la Civilisation du Québec*, no Canadá, em que os projectistas quiseram conhecer previamente as opiniões, curiosidades e conhecimentos prévios dos adolescentes (público-alvo da exposição). Os resultados obtidos da sua investigação foram tidos em conta, embora os objectivos iniciais da exposição não fossem desvirtuados, um dos aspectos que fez a equipa alterar a sua proposta inicial foi o aspecto referido pelos adolescentes de que não gostariam de ver o assunto tratado com humor por ser uma questão muito séria para eles.

Expectativas e motivações

Existem muitos estudos que relacionam as expectativas e motivações, com a experiência museológica. A motivação que leva um visitante a um Centro de Ciência condicionará o seu tipo de visita. Para, Almeida e Lopes (2003), um indivíduo que vá a um Museu para fazer um trabalho escolar não usufruirá do mesmo, da mesma forma que um outro que esteja de passagem, em férias. Segundo Falk e Dierking (1992) existem três tipos de motivações para visitar um Museu:

- razões sociais e recreativas, ou seja com o intuito de se divertirem ou de conviverem;
- razões educacionais;
- razões “reverenciais” (reverencial reasons), como sejam a procura de objectos únicos, monumentos sacralizados.

Da investigação que realizaram concluíram ainda, que as razões recreativas e sociais figuram entre as razões mais importantes para visitar um Museu, seguidas das razões educacionais, mas argumentam, que estas passam a uma posição de maior destaque se adoptarmos um conceito de aprendizagem mais amplo que inclua a curiosidade e o estímulo de explorar.

Os autores salientam que os estudos realizados com visitantes podem ocultar alguns motivos de visita e empregam como exemplo o jardim zoológico: os visitantes quando interpelados podem responder que o motivo da sua visita é a diversão, mas nas suas expectativas estará certamente a visualização de animais e, ao satisfazerem a sua curiosidade sobre eles, estarão igualmente a aprender (Falk e Dierking, 1992).

Marilyn Hood (1983, cit. por Falk e Dierking, 1992) cujo trabalho é constantemente citado na bibliografia sobre avaliação em museus, analisou as motivações para a visita a esses locais, comparando-os com outros espaços de ócio, aprendizagem e integração social. A investigação que a autora realizou no *Toledo Museum of Art*, permitiu-lhe

definir três categorias de visitantes de acordo com a frequência de idas a um Museu: *público frequentador*, se ia a um Museu pelo menos três vezes por ano; *público eventual*, se fazia uma a duas visitas por ano e *não público*, se passava dois anos sem visitar um Museu. Ainda de acordo com as investigações que realizou, concluiu que a escolha de ir ou não visitar um Museu estava relacionada com os critérios que os indivíduos estabeleciam para a escolha de actividades de lazer, que são segundo Hood:

- estar com pessoas ou seja interacção social;
- fazer algo que a pessoa considere proveitoso para si ou para outras pessoas;
- sentir-se confortável e à vontade nos ambientes;
- ser desafiado para novas experiências;
- ter a possibilidade de aprender;
- poder participar activamente.

A autora, nos seus estudos constatou que, os visitantes para decidirem o que fazer durante o seu tempo de lazer procuravam alguma actividade que envolvesse alguns destes critérios, mas não os seis simultaneamente. Verificou ainda que, quando os visitantes eram *frequentadores*, os três critérios mais relevantes pelos quais decidiam ir visitar um Museu eram a vontade de: aprender algo, enfrentar novos desafios e fazer algo com valor para eles. Para os visitantes *ocasionais* e para os *não frequentadores*, os três critérios mais relevantes para a ocupação do seu tempo de lazer eram a vontade de: saírem para estarem com outras pessoas, participar activamente e sentirem-se facilmente confortáveis, na actividade escolhida. Ambos os tipos de indivíduos consideravam não ser possível encontrar estes três critérios simultaneamente, numa visita museológica. Estes conceitos de visitantes de Hood, foram adoptados e utilizados em várias investigações em todo o mundo (Almeida, 2004).

As motivações estão relacionadas com o conteúdo das exposições e com o tipo de experiência que oferecem. Muitas das visitas de famílias a Centros de Ciência parecem ser motivadas pelo desejo dos pais quererem inculcar nos seus filhos o seu gosto pela Ciência, e/ou ao mesmo tempo proporcionar-lhes uma forma de lazer educacional que propicia a interacção entre os diversos elementos da família (Almeida, 2005). Segundo Studart (2005), os grupos de famílias tornaram-se, especialmente nos Estados Unidos e na Europa, um importante público-alvo dos museus, por se reconhecer o papel educativo e a influência positiva que os familiares têm na formação dos hábitos culturais da criança.

Outra variável relacionada com a motivação tem a ver com o conhecimento anterior, ou não do Museu. Muitas vezes os visitantes que já foram e gostaram da exposição, mostram interesse em levar outras pessoas para conhecê-la, evidenciando a importância da qualidade da visita, na promoção do regresso aos museus (Almeida, 2005).

Tuckey (1992 cit. por Cuesta *et al.*, 2000) menciona que o sentimento de satisfação obtido pelo visitante ao interagir com os módulos, pode constituir um estímulo suficiente que o faça voltar ao Museu, aumentando desta forma o seu interesse pela Ciência e criando atitudes positivas para o seu estudo.

Para Falk e Dierking (1992), o contexto pessoal é, talvez, o aspecto preponderante que vai condicionar a experiência museológica do visitante.

2.4.3 – O contexto social

O contexto social envolve todos os contactos que o indivíduo estabelece enquanto está no Museu, seja com o grupo no qual está

integrado, com indivíduos de outros grupos, com os monitores, com os guias ou com quaisquer outras pessoas. (Falk e Dierking, 1992). Quando visitamos uma exposição, se o fizermos sozinhos, o nosso ritmo de visita não será com certeza o mesmo do que se o fizermos acompanhados e neste caso, também variará consoante: o número de pessoas que nos acompanham, o grau de intimidade e a idade dos acompanhantes. Por outro lado, se a exposição tiver muitos visitantes, o nosso percurso poderá ser alterado, para nos desviarmos daqueles módulos que estão a ser utilizados (Almeida e Lopes, 2003).

Robert Semper, director do *Exploratorium* de S. Francisco, afirma:
"É importante notar que a experiência de aprendizagem no museu frequentemente ocorre dentro de um contexto social. As pessoas vêm com outras pessoas, amigos, famílias, colegas. Elas interagem com outros visitantes, consciente ou inconscientemente. Os agrupamentos sociais frequentemente incluem pessoas de idades, experiências e "backgrounds" diferentes. Uma exibição pode servir como um suporte para uma discussão entre dois estudantes ou entre pai e filho. Os módulos proporcionam uma oportunidade para a experimentação conjunta, na qual o papel do professor e do aluno pode alternar-se entre os participantes" (Semper, 1990).

Os visitantes, em geral, vêm aos Centros de Ciência em grupos que se mantêm juntos e proporcionam uma extensa e recíproca influência nas suas interacções com os módulos da exposição.

Carlisle (1985), a partir de uma pesquisa sobre o comportamento das crianças numa visita ao *Centro de Tecnologia, Ciências e Artes* de Vancouver, concluiu que a visita a um Centro de Ciência é simultaneamente uma experiência individual e social, muitas crianças primeiro interactivam com os módulos sozinhas para, logo a seguir,

partilharem as suas experiências com outras crianças que aí se encontrem. Algumas delas, assumem o papel de explicadoras e questionam os seus companheiros, lendo alto e explicando a experiência às demais. Este comportamento socializante de cooperação e partilha contribui significativamente para melhorar a aprendizagem (Cuesta *et al.*, 2000).

Grupos familiares

Grande parte da população que visita Centros de Ciência é constituída por grupos familiares constituídos pelo menos por um adulto e uma criança (Dierking e Falk, 1994).

Studart (2005) refere, apresentando os dados obtidos numa investigação realizada na Grã-Bretanha, que 63 % das crianças preferiam visitar museus com a família em vez da escola, porque valorizavam a atenção personalizada que os seus familiares lhes concediam durante a visita, assim como a possibilidade de os poderem questionar logo que não compreendessem alguma coisa e ainda terem mais independência para explorarem o que lhes aprouvesse, sem limite de tempo. Resultados idênticos obteve Jensen (1994 cit. por Studart, 2005), numa investigação realizada nos Estados Unidos em que as crianças privilegiaram as visitas com a família ou amigos em detrimento das visitas escolares, por considerarem o professor como um "*empecilho ao seu desejo de olhar e agir livremente*".

Um estudo de Diamond (1986, cit. por Gaspar, 1993), realizado em dois grandes museus, o *Exploratorium* e o *Lawrence Hall*, dá indicações interessantes sobre a interacção espontânea que ocorre entre os elementos da família. Estes interagem com os módulos e comunicam-se de forma diferente. As crianças descobrem mediante a manipulação dos módulos, e tendem a transmitir informações sobre os fenómenos exibidos, enquanto que os adultos lêem mais a informação simbólica (escrita ou

figurativa) dos cartazes, e transmitem-na às crianças. Esta forma de actuar favorece a verbalização, que é um aspecto muito importante do processo de aprendizagem (Cuesta *et al.*, 2000).

Idênticos resultados refere Almeida e Lopes (2003) obtidos no Museu *Lasar Segall*, em que a existência de módulos para serem manipulados e ao mesmo tempo lidos, fomentavam a interacção entre os adultos que os liam e as crianças que observavam e ouviam as explicações dos adultos.

Os monitores

Em muitos Centros de Ciência existe um grupo de pessoas cuja função é apoiar os visitantes durante a sua visita. Têm diferentes designações (monitores, explicadores, guias) e desempenham diferentes funções consoante o local onde exercem a sua actividade (Cuesta *et al.*, 2002).

Rennie e McClafferty (1996) referem que um dos factores que afecta a aprendizagem dos visitantes é o modo como eles são levados a prestar atenção aos aspectos relevantes dos módulos interactivos. A presença de monitores numa exposição, pode proporcionar directrizes neste sentido, levantando questões que ajudem os visitantes. Estes mesmos autores, consideram que os monitores "*são reconhecidos pela sua habilidade de interagir com as pessoas, aumentando-lhes a probabilidade de compreensão pela promoção da interpretação dos conceitos científicos retratados nos módulos*".

Igual opinião manifestam Bennet e Thompson (1990, cit. por Cuesta *et al.*, 2003), que a partir de estudos realizados em diferentes museus, chegaram à conclusão que, a presença de um monitor numa exposição, pode ser um meio eficaz para focalizar a atenção dos visitantes nos módulos da exposição, iniciando com eles um primeiro passo no processo

de aprendizagem, provocando discussões, estimulando a observação e orientando grupos (Almeida e Lopes, 2003).

Albagli (1996) considera que monitores e guias desempenham um papel muito relevante nos Centros de Ciência, devido à importância da orientação que proporcionam aos seus visitantes, além de estimularem a sua curiosidade.

Por outro lado Cuesta *et al.* (2002), consideram que o papel dos monitores tanto pode ser o de estimular e ajudar os visitantes a interagir com os módulos, utilizando muitas vezes vestuário com cores apelativas para poderem ser localizados em qualquer momento; como podem ser indivíduos especializados, por exemplo em Física, Química, Biologia ou Geologia, cuja função é fazerem determinadas demonstrações na sua área de especialização ou desenvolverem actividades com os visitantes em momentos e lugares determinados.

Almeida e Lopes (2003), alertam para o facto de que embora a presença de um monitor possa ser uma mais valia para promover a interacção do visitante na exposição, ele também pode criar “ruídos” na comunicação, quando, eventualmente, a linguagem que utiliza não é perceptível pelo visitante ou quando não obtém a confiança do grupo que orienta. Neste caso, a actividade pode ser prejudicada, por possíveis animosidades que se gerem e por faltas de concentração. Para evitar estas situações, é imprescindível a preparação e formação continua dos monitores, assim como a constante reavaliação das estratégias utilizadas. Igual opinião foi manifestada por Tôzo, (2005) que na sua investigação na *Estação Ciência*, S. Paulo, Brasil, constatou que o facto de naquela instituição haver problemas com a formação dos monitores dificultava e até comprometia a aprendizagem por parte do público. Os próprios monitores daquela instituição consideravam ser fundamental além duma formação inicial, haver uma constante actualização da sua formação

através de cursos de museologia e de oratória que os ajudasse a desempenhar o seu papel cada vez melhor.

A existência destes contextos sugere que a visita a um Centro de Ciência deve ser vista como uma experiência holística, não só cognitiva, nem só afectiva ou social. É um caso de aprendizagem da Ciência em que se unem o rigor científico e a transmissão de conhecimentos com o prazer da descoberta, a compreensão dos fenómenos, a surpresa e a fascinação. Todos os aspectos se combinam para fazer da visita de cada indivíduo uma experiência única e de resultados complexos (Rennie e McClafferty, 1996; *Cuesta et al.*, 2000).

3 – Exposições de Ciência

3.1 – A exposição itinerante como promotora de divulgação científica. Breve apresentação da concepção e execução de uma exposição na Fundação Planetário no Rio de Janeiro

A renovação e a dinamização dos Centros de Ciência cujo objectivo máximo é estimular o espírito crítico e a curiosidade de todos os indivíduos, promovendo a alfabetização científica da sociedade, passa pela elaboração de exposições temporárias, que se forem itinerantes, ampliam o seu raio de actuação como elemento difusor da Ciência (Pizarro, 2007).

A curiosidade, que se define como o grau segundo o qual um indivíduo canaliza os seus recursos cognitivos para nova informação ou estímulo, característica intrínseca ao ser humano, impele-o a procurar o novo (Sandifer, 2003). Por isso, a novidade de uma exposição, é um factor de atracção a ter em conta, quando se quer cativar os visitantes.

Pizarro (2007), presidente da *Fundação Planetário*, no Rio de Janeiro, refere que quando pensam em projectar uma nova exposição e depois

de já terem escolhido o tema, procuram factores de atracção que aliciem o maior número possível de indivíduos (Pizarro, 2007). Albagli (1996) defende que o que motiva os cidadãos a visitar uma exposição é "*a descoberta, a exploração a aventura; não é a procura de informação ou educação.*" Assim, Pizarro (2007) refere que quando procuram factores de atracção pensam logo na inserção de elementos lúdicos na exposição. Embora o "lúdico", na forma de jogos em oficinas ou mesmo visitas guiadas, seja mais fácil de ser percebido, nada impede que também possa ser aplicado na sua forma tridimensional em módulos expositivos, interactivos ou na programação visual. Uma vez que o público-alvo é heterogéneo, a exposição deve contemplar vários níveis de interactividade (níveis de interactividade de Wagensberg, 1998), provendo os diferentes níveis de interesse do público.

Após a selecção do tema é elaborado um estudo de procedimentos com o objectivo de otimizar as fases: conceptual, de elaboração e execução do projecto, e de implantação.

Fase conceptual

Nesta fase a equipa responsável pela concepção da exposição faz uma pesquisa detalhada tendo em vista as características essenciais e indispensáveis a serem transmitidas ao público. Os critérios que geralmente utilizam, não seguindo sempre a mesma ordem são os seguintes:

- *importância científica;*
- *importância histórica;*
- *potencial lúdico;*
- *inclusão no currículo da rede escolar;*
- *exequibilidade no espaço disponível;*
- *exequibilidade no orçamento médio disponível;*
- *portabilidade a outros espaços.*

Desta selecção nasce um documento que vai servir de base de trabalho à empresa seleccionada para a construção da exposição.

Fase de elaboração e execução do projecto

Esta empresa dá início ao trabalho de arquitectura e *design* que conduzirá ao projecto final onde estarão referenciados todos os mínimos detalhes da exposição. No desenvolvimento do projecto há determinadas orientações que são fundamentais a equipa conhecer como sejam:

- *os visitantes (público-alvo da exposição);*
- *os tipos diferentes de visita (grupo, individual, familiar, escolar);*
- *importância da característica lúdica na mostragem dos conceitos científicos;*
- *simplicidade na montagem e na desmontagem;*
- *facilidade no transporte;*
- *resistência no transporte;*
- *facilidade de manutenção;*
- *preço compatível com o orçamento médio de exposições;*
- *qualidade e aspecto visual compatíveis com a exposição permanente e o ambiente em redor.*

No desenvolvimento do projecto tem-se ainda em conta que:

- *o conteúdo seja tratado nos textos, imagens e objectos sempre de forma clara e objectiva para a correcta percepção dos visitantes;*
- *os elementos da exposição sejam esteticamente agradáveis e apelativos;*
- *os elementos da exposição contemplem todos os conteúdos propostos;*
- *que o encadeamento dos conteúdos obedeça a uma sequência lógica e clara das informações para facilitar o seu entendimento.*

No final, depois de muitas alterações obtém-se o projecto executivo, que contém detalhes com o máximo pormenor de toda a exposição, bem como instruções de montagem e desmontagem.

Fase de implantação

Os módulos elaborados são protótipos que, da ideia até à construção, vão sofrendo numerosos reajustes. De acordo com informações dadas pelos visitantes, mesmo após a inauguração, vão sendo feitas alterações até se obterem os módulos definitivos.

Nesta fase procede-se à divulgação da exposição através da elaboração de elementos de divulgação da exposição (cartazes, convites, etc.). Organiza-se a cerimónia de inauguração e dá-se formação aos monitores que vão guiar as visitas.

A exposição depois de aberta ao público, permanece um certo tempo na *Fundação Planetário* antes de passar a itinerante. Nesta fase inicia-se a actividade de manutenção da exposição.

Fase itinerante

A realização de um manual de montagem e desmontagem da exposição é fundamental, bem como a inventariação dos módulos. A contratação de empresas especializadas no transporte da exposição é fundamental para garantir o bom acondicionamento dos módulos e remontagem adequada.

Santos *et al.* (2005), consideram que as exposições científicas itinerantes com as suas informações, as suas imagens e as suas possibilidades de interacção, podem auxiliar a difundir a cultura científica, fornecendo elementos que podem contribuir para modificar concepções e avaliações prévias dos seus visitantes. Porém, segundo os mesmos autores, para que as exposições científicas "*levem à revisão e reflexão de*

valores e crenças e não à simples empatia, adesão ou rejeição dos meios e mensagens apresentados”, é fundamental que os fenómenos e as teorias científicas abordadas, não sejam divulgadas de forma superficial, mas que se tenha a preocupação de transmitir a informação de uma forma acessível para o público, procurando respeitar o método científico e sem se cair na sua simplificação extrema ou na sua banalização.

Todavia, a essência e a qualidade das exposições itinerantes deve ser bem vigiada, para não correrem o risco de serem desvirtualizadas, pois em cada nova montagem, podem ocorrer alterações quer na distribuição espacial e organizacional, quer na transmissão da mensagem científica original, uma vez que diferentes actores (professores, monitores, investigadores), vão tomar parte em diferentes momentos da sua acção educativa (Guzman e Siqueira, 2007).

3.2 – A alfabetização científica e a divulgação da Ciência

Entrámos numa nova era, a história da Humanidade sofreu nos últimos anos uma transformação vertiginosa, num período de tempo relativamente curto a informação e o conhecimento de Ciência passaram a fazer parte das nossas vidas. O desaparecimento das fronteiras espaço-temporais, que limitavam a Cultura e a Ciência a momentos e a lugares determinados, deu lugar a uma sociedade em que a Ciência e as suas aplicações tecnológicas fazem parte do quotidiano do ser humano do terceiro milénio. A Ciência exerce diariamente cada vez mais influência na vida do cidadão comum; o conhecimento científico é sem dúvida uma prioridade para o progresso e a independência dos indivíduos.

Ainda que se reconheça que a Ciência e a Tecnologia desempenham um papel fundamental na vida dos cidadãos, com frequência se considera que a Ciência não faz parte da cultura ou que a fazer é um aspecto secundário que não “parece mal” carecer (Gutiérrez *et al.* 2004).

Desde o século XIX que se têm multiplicado os apelos, provenientes de sectores distintos (políticos, empregadores, cientistas, educadores,...), para que se faça uma educação científica para toda a população. As razões invocadas para justificar este procedimento têm variado conforme o contexto social e político da época, bem como com as noções de cada um desses sectores da sociedade relativamente às finalidades da educação (DeBoer, 2000; Freire, 1993; cit. por Reis, 2006).

A atenção dos vários organismos internacionais e governos nacionais, incluindo o português, para com a “compreensão pública da Ciência” tem aumentado nos últimos anos, atingindo a sua máxima visibilidade em 1990, ano declarado pela Organização das Nações Unidas (ONU) como o ano internacional da alfabetização. Em todo o mundo, diversas iniciativas têm sido realizadas para melhorar a compreensão que os cidadãos têm da Ciência. O desejo de se fomentar o aumento da literacia científica da população assenta na tomada de consciência da sua importância para que uma sociedade possua mão-de-obra qualificada, condições favoráveis ao crescimento económico, apoio às políticas de financiamento público da Ciência e Tecnologia; participação cívica na tomada de decisões relacionadas com a Ciência e as suas aplicações tecnológicas e posturas favoráveis às inovações tecnológicas e aos progressos científicos (Martins, 2002; Delicado, 2005; Persechini e Cavalcanti, 2004).

Hoje em dia é habitual encontrarem-se na literatura expressões tais como literacia científica, cultura científica, alfabetização científica, compreensão pública da Ciência, mas antes de mais importa clarificar o que se entende por cada uma delas. Será que têm diferentes significados, poderão ser complementares ou serão apenas formas diferentes de expressar o mesmo conceito?

A resposta a esta pergunta é controversa, uma vez que os conceitos acima referidos revelam alguma ambiguidade variando consoante o autor e a região do mundo onde são utilizados. Porém, todos eles remetem para uma problemática comum: a consciencialização da indispensabilidade de transmitir à população em geral os conhecimentos científicos e tecnológicos básicos produzidos pelos cientistas e fundamentais para a participação efectiva dos cidadãos, numa sociedade democrática e desenvolvida (Costa *et al.*, 2002; Moreira, 2003; Ávila *et al.*, 2000, entre muitos outros).

Desde o seu aparecimento nos anos 50 do século XX, a expressão "*literacia científica*", é mais utilizada nos Estados Unidos, enquanto que "*compreensão pública da ciência*" é usada em Inglaterra, nos países francófonos a expressão mais aceite é "*alfabetização científica*" e, por último, "*cultura científica*" é a designação perfilhada pela UNESCO (Martins, 2002; Laugksch, 2000).

Segundo Shamos (1995, cit. por Martins, 2002), todas estas expressões tratam do mesmo conceito apresentando várias significações, as quais nunca, em termos operacionais, foram bem definidas. A mesma opinião advoga Bingle e Gaskell (1994, cit. por Lorenzetti e Delizoicov, 2001) ao referirem que a alfabetização científica "*tem muitas das características de um slogan educacional no qual o consenso é superficial, porque o termo significa coisas diferentes para pessoas diferentes*". Muitos outros autores reconhecem que a definição deste conceito não é simples, nem tem um significado inequívoco, uma vez que a sua complexidade surge ao analisarem-se as diferentes definições propostas pelos diferentes autores, apresentando todas elas uma multiplicidade de aspectos uns distintos e outros comuns. (Bybee, 1997; Gil e Viches, 2001; Lewis e Leach, 2001;

Kemp, 2002; citados por Díaz, 2004; Reis, 2006). Por tudo isto, Laugksch (2000) reconhece que a sua definição operativa é muito difícil.

Uma das primeiras abordagens de clarificação deste conceito foi proposta por Shen (1975, cit por Gaspar, 1993), distinguindo três dimensões da alfabetização científica:

- Alfabetização científica prática: tipo de conhecimento científico ou técnico vantajoso para resolver de imediato problemas do quotidiano dos cidadãos. Está relacionada com as necessidades básicas dos indivíduos (alimentação, saúde, habitação) e permitir-lhes-á melhorar os seus padrões de vida (por exemplo, saber que os antibióticos são ineficazes contra os vírus; que um electrodoméstico de classe A de consumo, será um melhor investimento).

- Alfabetização científica cívica: tipo de conhecimento que torna o cidadão mais atento aos problemas da Ciência, permitindo-lhe actuar politicamente, avaliando de forma consciente as decisões tomadas pelos estadistas (por exemplo implantação de uma barragem; definição de determinada zona como de protecção ambiental).

- Alfabetização científica cultural: tipo de conhecimento motivado pelo desejo de "*saber sobre Ciência*", de estar a par dos avanços científicos da Humanidade. Embora não resolva nenhum problema prático directamente, permite ao cidadão deleitar-se com a beleza intelectual do conhecimento científico (por exemplo a estrutura em hélice do ADN; as diferentes formas apresentadas pelos cristais de gelo) (Gaspar, 1993; Martins, 2002; Lorenzetti e Delizoicov, 2001; Laugksch, 2000).

Outra abordagem foi proposta pela National Science Foundation dos Estados Unidos, em 1979, que considerava que um indivíduo alfabetizado cientificamente era capaz de compreender as abordagens científicas, os

conceitos e princípios científicos básicos e os assuntos de política científica. Na prática, esta abordagem viu-se reflectida na construção de indicadores de percepção pública da Ciência e da Tecnologia cujo objectivo é perscrutar o estado da opinião pública relativamente ao interesse e conhecimento da Ciência e Tecnologia, o entendimento que há dos riscos e benefícios a elas associados, bem como perceber as atitudes existentes perante o financiamento público da Ciência e a confiança que têm na comunidade científica (Gaspar, 1993; Sabbatini, 2004).

Uma contribuição marcante na definição e quantificação da alfabetização científica foi dada por Miller (1983, cit. por Laugksch, 2000). Este autor sugeriu que o conceito de alfabetização científica fosse concebido como tendo três dimensões:

- o conhecimento de termos e conceitos científicos-chave (conteúdo científico);
- uma compreensão das normas e métodos da Ciência (natureza da Ciência);
- a perceptibilidade do impacto que a Ciência e a Tecnologia têm sobre a sociedade.

O conceito de alfabetização científica, proposto pela *American Association for the Advancement of Science* (AAAS), no seu projecto designado "Ciência para todos" em 1989, inclui:

- as aptidões dos indivíduos para se familiarizarem com o mundo natural e reconhecerem a sua diversidade e a sua unidade;
- a capacidade de entenderem os conceitos fundamentais e os princípios científicos;

- a capacidade de perceberem que a Matemática, a Ciência e a Tecnologia são interdependentes e que, como são criações do Homem apresentam potencialidades e limitações;

- saber usar os conhecimentos e processos científicos para intentos individuais e sociais (Gaspar, 1993; Chagas, 2000; Sabbatini, 2004).

Para a prossecução destes objectivos, é fundamental a "*Ciência abrir-se ao público*" e, para tal, é necessário, que a educação ocorra ao longo de toda a vida (*lifelong learning*), que aumentem as ocasiões em que os indivíduos possam participar em questões científicas e tecnológicas e que lhes seja facultado o acesso necessário e perceptível ao mundo da Ciência (Rutherford 2003, cit. por Sabbatini, 2004).

Outra abordagem foi proposta por Bybee (1995 cit. por Lorenzetti e Delizoicov, 2001) apresentando três conceitos de alfabetização científica: a funcional, a conceptual e processual e a multidimensional, que ocorreriam evoluindo de forma gradual.

- A alfabetização científica funcional: centra-se na aquisição de um vocabulário próprio da Ciência e da Tecnologia. Neste domínio os cidadãos percebem que a Ciência utiliza palavras científicas apropriadas e adequadas, tais como gene, transgénico, fusão nuclear, etc.

- A alfabetização científica conceptual e processual: os cidadãos são capazes de relacionar informações e factos sobre Ciência e Técnica, atribuindo significados próprios aos conceitos científicos. Compreende aptidões e entendimento dos procedimentos e processos que conduzem ao conhecimento científico.

- A alfabetização científica multidimensional: é o culminar dos dois processos anteriores e processa-se quando os cidadãos são capazes de além de adquirirem explicarem conhecimentos os utilizarem para resolverem situações problemáticas do seu dia-a-dia.

Outros autores (Fensham, Law, Li e Wei, 2000; Irwin e Wynne, 1996; Jenkins, 1997b; Layton, Jenkins, Macgill e Davey, 1993; citados por Reis, 2006), têm sido muito críticos em relação à maioria das tentativas de definição e de operacionalização do conceito de alfabetização científica. Eles consideram que a maior parte das abordagens realizadas não têm tido em conta:

- as verdadeiras exigências da sociedade contemporânea;
- o que os indivíduos identificam como significativo para as suas preocupações quotidianas;
- a multiplicidade de contextos que os alunos irão encontrar fora do ambiente da aprendizagem formal.

Assim, para a operacionalização do conceito de literacia científica sugerem *"uma abordagem baseada na identificação das necessidades de conhecimento científico apresentadas pelos adultos nos vários contextos sociais em que participam"*.

Actualmente, a literatura sobre a alfabetização científica é extensa e diversificada: além das anteriores, muito mais abordagens foram propostas para a sua interpretação e definição. Algumas destas interpretações foram baseadas em trabalhos de pesquisa, outras basearam-se em preocupações pessoais sobre que características deverá possuir um indivíduo e o que terá que ser capaz de fazer, para ser cientificamente letrado (Laugksch, 2000). Uma das posições mais radicais no que concerne à definição e operacionalização da alfabetização científica, tomada por alguns críticos, considera que ela poderá ser uma meta inalcançável, de duvidosa necessidade e, por conseguinte, um mito cultural (Shamos, 1995 cit. por Díaz, 2004).

Independentemente da controvérsia acima referida, a compreensão pública da Ciência é considerada actualmente, como um dos valores

intrínsecos das sociedades democráticas (Cáceres Y Ribas,1996, cit. por López, 2004). Nas sociedades modernas, é assumido por cientistas, professores e divulgadores que é importante fazer chegar à população em geral, ou pelo menos a fracções tão vastas quanto possível, os aspectos fundamentais inerentes à Ciência e Tecnologia (Costa *et al.*, 2002; López, 2004). Segundo Costa *et al.* (2002), os aspectos a partilhar variam conforme a perspectiva. Podem ser os conhecimentos ou os métodos, os valores ou as competências, os usufrutos intelectuais, as capacidades de avaliação, por exemplo de riscos, ou outros.

Por outro lado, os argumentos que justificam o alargamento da educação científica a toda a sociedade, também variam bastante. Os mais citados são o universalismo cultural, o imperativo económico, o imperativo democrático e o imperativo utilitário. (Costa *et al.*, 2002; López, 2004; Reis, 2006).

Em Portugal, alguns destes argumentos estão presentes na Lei de Bases do Sistema Educativo (Assembleia da República, 1986) que descreve as grandes finalidades da Educação e, conseqüentemente, da educação em Ciência.

Actualmente, a “compreensão pública da Ciência” é prosseguida por muitos países através dos seus currículos escolares de ciências e de variadas iniciativas como a realização de colóquios e debates, a revitalização de museus, o aumento do espaço destinado para a Ciência nos órgãos de comunicação social e a organização de grandes exposições e feiras de ciência (Queirós, 1998, cit. por Reis, 2006).

É necessário que os cidadãos possam e consigam de uma forma responsável, decidir sobre o seu futuro. É imprescindível que cada vez mais participem das decisões sobre política e economia científica, dos rumos da saúde pública, do meio ambiente, do próprio desenvolvimento

tecnológico ou seja que sejam indivíduos mais críticos, mais responsáveis e mais comprometidos com o mundo e os seus problemas. (Tuffani, 2002; Díaz, 2002; López,2004).

O défice de cultura científica existente em Portugal é um problema social que tem repercussões ao nível da cidadania do povo português, apresentando este uma menor capacidade de compreender o mundo actual, tendo dificuldade em emitir opiniões sobre esse mundo que o rodeia e de tomar decisões que lhe permitam interferir, modificando-o. Este défice revela-se também na superstição e misticismo que ainda fazem parte do quotidiano de muitos portugueses. Através da alfabetização científica é importante que eles tomem consciência que é possível mudar a sociedade em que vivem, e que o determinismo que pensam existir e que os leva à inactividade perante os problemas do mundo, pode e deve ser ultrapassado (Granado e Malheiros, 2001; Díaz, 2002). Parafraseando Granado e Malheiros, *" a ciência não é só corpo de conhecimento, mas é também uma maneira de pensar e olhar o mundo. Ensinar a olhar os problemas que a humanidade enfrenta através dos olhos da ciência poderá certamente trazer um importante contributo para a democracia, para a qualidade de vida dos cidadãos, para o bem-estar de toda a sociedade"*. É importante não esquecer que as gerações vindouras viverão em ambientes culturais ainda mais comprometidos com a Ciência e a Tecnologia, pelo que a alfabetização científica deve sobretudo ser um contributo na educação para a cidadania.

3.3 – O papel dos Centros de Ciência na promoção da alfabetização científica

É necessário assegurar a educação científica no ensino formal, mas, com a velocidade e a importância das mudanças do desenvolvimento científico actual, isso não basta para formar cidadãos conscientes dos

desafios do futuro. (Tuffani, 2002). Assim, é fundamental criar novas estratégias que permitam o acesso permanente à cultura científica. Os Centros de Ciência como agentes de educação não formal desempenham uma importância fundamental na prossecução deste objectivo (Falk e Dierking, 1992; Gouvêa *et al.*, 2001; Constantin, 2001; Ruiz, 2003; Delicado, 2006; Doering, 1998; entre muitos outros).

Os Centros de Ciência constituem um espaço de educação não formal privilegiado bem diferente da aprendizagem efectuada nas salas de aula. Eles podem e devem ser vistos como meios excepcionais para complementar o ensino formal, desde que não sejam esquecidos os pontos fortes dos espaços da aprendizagem informal da Ciência (autonomia, liberdade de acção e espontaneidade no aprender), e que, pelo contrário, sejam aproveitados ao máximo. Os Centros de Ciência pela sua capacidade de tornarem a Ciência e a Tecnologia acessíveis à população comunicando os conhecimentos e os avanços tecnológicos de forma simples e atraente, são meios privilegiados de levar estes conceitos àqueles que não tiveram acesso a eles durante a sua escolarização, e também podem complementar as aprendizagens anteriores daqueles que tiveram uma iniciação científica na escola. Os Centros de Ciência além de propiciarem aos cidadãos conhecimento científico permitem-lhes vivenciar o processo científico, as suas maravilhas, os seus problemas, os seus perigos e as suas limitações (Bertoletti, 2003; Persechini e Cavalcanti, 2004).

Rubini *et al.* (2005a) referem que o desafio actual dos Centros de Ciência é "*romper a barreira que separa a Ciência e a comunidade*". Eles devem estimular o encontro entre a comunidade científica e a sociedade, funcionando como "*arenas de debates e de conhecimento*". O objectivo máximo será despertar o interesse pela Ciência, cativando, seduzindo, aguçando a curiosidade, provocando, até mesmo instigando os visitantes a fazerem perguntas, de forma a que eles interajam e se envolvam nas

actividades e na constante procura do saber. A prioridade é criar uma diferença entre o “antes” e o “depois” da visita, de forma a que o visitante quando sai de um Centro de Ciência “saia com mais perguntas do que respostas” (Wagensberg, 1998; Gouvêa *et al.*, 2001).

A influência dos Museus e Centros de Ciência na promoção da alfabetização científica da sociedade faz-se não só duma forma directa sobre os seus visitantes, mas também duma forma indirecta sobre os meios de comunicação, uma vez que lhes fornece muitas vezes material para eles desenvolverem a sua função. Reciprocamente, os meios de comunicação fazem a divulgação das actividades dos Centros de Ciência (Gaspar, 1993).

O impacto dos Centros de Ciência em Portugal está ainda por avaliar. O facto de a procura de Museus de Ciência em Portugal ser inferior à da média europeia¹¹ dificulta a avaliação do verdadeiro impacto que estas instituições têm na promoção da alfabetização científica dos portugueses. Terão que ser feitos mais estudos para se avaliar se os Centros de Ciência têm contribuído para: promover a cultura científica dos cidadãos, promover uma imagem favorável da Ciência, estimular o prosseguimento de carreiras científicas pelos jovens, aumentar o interesse dos cidadãos pela Ciência, incentivar a participação mais informada da população em controvérsias e procedimentos decisivos em assuntos científicos e tecnológicos (Delicado, 2006).

Um Centro de Ciência é um excelente local de divulgação científica que não exclui, mas integra, por isso parafraseando Wagensberg (2005), “*Talvez chegue um dia em que cada cidade com uma população de*

¹¹ Atendendo aos resultados do Eurobarómetro de 2005, Portugal obteve os valores mais baixos no que diz respeito às visitas a museus de Ciência e Tecnologia. Em 2005, o hábito de visita a museus de Ciência e Tecnologia (% de pessoas que visitaram estas instituições pelo menos uma vez, no referido ano) na média da união europeia era de 16%, enquanto em Portugal era de 6% (Eurobarómetro 224, 2005)

mais de cinquenta ou cem mil habitantes exija um museu de ciências da mesma forma como ela hoje exige um teatro, uma casa de espectáculos, uma catedral ou um estádio de futebol. Isso, com certeza será um bom sinal".

Só com conhecimento actualizado e profundo das ideias e interesses do seu público, será possível chegar a esse público extremamente diversificado e criar exposições com qualidade, válidas para todos. Como diz Hill *et al.* (1995 cit. por Gili, 2005), quanto mais conhecermos sobre a maneira como os factores sociais, culturais, pessoais e psicológicos afectam a participação dos visitantes, melhor preparados estaremos para conseguir "desmontar" as barreiras físicas e mentais, que restringem o acesso às exposições, a um vasto conjunto de indivíduos. Quando se projecta uma nova exposição, o fundamental segundo Sánchez-Mora e Tagueña (2003) continua a ser que a exposição "*interroque, suscite a curiosidade, levante problemas, motive o visitante a entender e a saber, além de o encorajar a consultar outros meios de divulgação da Ciência*" e para isso é fundamental que as exposições tenham em conta a cultura local da região que a vai acolher (Almeida, 2005).

O desconhecimento ainda existente sobre o comportamento do público português em visitas a exposições de Museus e Centros de Ciência (relativamente à disponibilidade para a interacção com os módulos expostos, leitura e compreensão dos textos que os acompanham, etc.) justifica uma maior atenção dos mediadores de Ciência para a investigação sobre ele.

Para além de o público em geral ser extremamente complexo (há o público leigo, o escolar, o interessado, o atento, a própria comunidade científica que sabendo muito da sua área é, muitas vezes leiga, relativamente a outras, etc.) a especificidade das características de cada

povo faz com que os resultados existentes sobre estudos realizados noutros países não possam ser simplesmente aceites, sem as mesmas questões serem estudadas sobre o público português.



CAPÍTULO II

A Exposição

Sentir.com – a comunicação e os cinco

1 – Descrição da exposição

Consideram-se aqui, a descrição dos módulos que foram usados na investigação e seus objectivos a três níveis de aprendizagem, a *Ciência na Vida* contida nos painéis que acompanham cada módulo e as instruções e explicações de cada módulo interactivo.

1.1 – Concepção da exposição

Em Outubro de 2001, a Fundação Calouste Gulbenkian aceitou a candidatura proposta pelo Exploratório para a construção de uma exposição interactiva itinerante denominada “Sentir.com – a comunicação e os 5 sentidos”. A sua construção, utilizando os recursos humanos e oficiais do Exploratório, desde a sua concepção até à sua construção, demorou cerca de dois anos. Trata-se de uma exposição interactiva e itinerante, que pretende atrair o público escolar, o público adulto, e em especial as famílias, proporcionando-lhes um diálogo construtivo e aliciente acerca da Ciência.

A exposição é constituída por dez módulos interactivos, repartidos por quatro “ilhas da comunicação” que, pretendem de uma forma lúdica, coerente e ao mesmo tempo apelativa, proporcionar ao visitante o conhecimento dos fundamentos científicos dos diversos modos de comunicar, em relação com os cinco sentidos.

A primeira exibição da exposição ocorreu no Pavilhão Centro-Portugal, em Coimbra, no mês de Novembro de 2004. Depois disso, a exposição ficou disponível para a itinerância, tendo percorrido várias localidades do país.

1.2 – Descrição dos módulos e seus objectivos a três níveis de aprendizagem

Comunicação visual

Módulo 1 – Visível ou invisível

Módulo em que se explora a emissão e a detecção de radiações ultravioletas, visíveis e infravermelhas, em relação com todo o espectro electromagnético. Efeitos de luz polarizada, na gama do visível. Relações tecnológicas com a transmissão electromagnética dos nossos dias. Câmara de infravermelhos.

Objectivos:

1º nível

- Identificar fontes luminosas de vários tipos.
- Apreciar efeitos da incidência da luz (visível ou não) em materiais.

2º nível

- Reconhecer que a luz é fundamental para nos permitir obter informação (em particular, ver tudo aquilo que nos cerca).
- Identificar uma radiação electromagnética como um fenómeno de transferência de energia.

3º nível

- Interpretar o espectro electromagnético de radiações associando cada radiação a um determinado valor de energia.
- Comparar radiações (IV, VIS, UV) quanto à sua energia.
- Situar a zona visível do espectro no espectro electromagnético.
- Indicar que todos os corpos irradiam energia.

Descrição:

O visitante é convidado a explorar efeitos de modo a detectar radiações infravermelhas, visíveis e ultravioletas emitidas por lâmpadas no interior das caixas, respectivamente, de infravermelhos, de incandescência e de ultravioletas. No primeiro caso (à esquerda) foi colocada uma folha de cristais líquidos que exhibe diferentes variações de cor de acordo com a temperatura, quando sujeita à radiação infravermelha. No centro foi colocada uma tina que contém solução aquosa de sacarose, entre duas placas polaróides. O visitante pode rodar a placa superior e observar variações de cor. À direita encontra-se uma caixa com materiais luminescentes (tintas, rochas, ...) que o visitante pode excitar com radiação ultravioleta.



Figura 2 - Módulo 1 da exposição – Visível ou invisível

Módulo 2 – Cor e cores

Módulo em que se usam filtros, em relação com o fenómeno da cor e com a visão quer no Homem quer noutros animais.

Objectivos:

1º nível

- Utilizar filtros de cor na observação de objectos.

2º nível

- Relacionar a percepção de cor de um objecto com a luz por ele difundida que entra no olho.

3º nível

- Interpretar a cor de objectos com base na absorção selectiva das luzes primárias.

Descrição:

Os visitantes, individualmente ou em duas equipas, são convidados a completarem um *puzzle* representativo do Sistema Solar (com as formas apropriadas, tamanhos relativos adequados e órbitas relativas qualitativamente representadas). Para isso, dispõem de duas gavetas com várias peças rectangulares onde estão desenhados os planetas em falta (ou parte destes), a diversas cores em papel de diferente textura. O visitante deve completar o Sistema Solar correctamente de uma de duas formas: ou de olhos vendados ou colocando óculos com filtros vermelhos, azuis ou verdes. No primeiro caso, compara texturas, tal como o fará um visitante cego. No segundo, descobrirá que as cores percebidas dependem dos filtros utilizados. Após a construção do *puzzle* deverão, sem os referidos óculos ou com os olhos destapados, apreciar as incorrecções. Uma vez colocadas as peças em falta, um mecanismo electromagnético fá-las destacar caindo para as gavetas onde ficam disponíveis para o visitante seguinte.



Figura 3 - Módulo 2 da exposição – Cor e cores

Módulo 3 – Com olhos de ver

Módulo em que se usam lentes e olhos simulados, numa introdução à Física e fisiologia da imagem nos olhos dos vertebrados e noutros animais. Defeitos de visão, máquina fotográfica e outras aplicações.

Objectivos:

1º nível

- Observar a passagem de luz através de lentes (um exemplo de objectos transparentes).
- Observar a formação de imagens com lentes.

2º nível

- Caracterizar imagens reais.
- Identificar a constituição do olho humano e relacionar com os de outros animais.
- Reconhecer doenças de visão (miopia e hipermetropia) e o modo de as corrigir.

3º nível

- Comparar campos de visão e resolução.
- Reconhecer a intervenção do cérebro na percepção das imagens.

Descrição:

O visitante é convidado a explorar dois olhos simulados: um de lente única e um multifacetado com 7 lentes. É solicitado a decifrar uma mensagem gráfica observando as imagens parciais de dois pictogramas (objecto) que se iluminam ligando o interruptor de uma caixa com lâmpadas



Figura 4 - Módulo 3 da exposição – Com olhos de ver

A caixa em frente ao olho de lente única move-se numa calha de modo a permitir observar a sequência de imagens do pictograma.

O visitante tem ainda a possibilidade de utilizar 3 lentes de vergência diferente, simulando o conjunto íris+cristalino de um olho normal, míope ou hipermetrópe. Um ecrã móvel na posição da retina permite a detecção destes defeitos de visão e a sua correcção pode ser conseguida colocando uma lente adequada num suporte à frente do olho.

Comunicação sonora

Módulo 4 – Essencial vibrar

Módulo sobre a natureza dos sons, infra-sons e ultra-sons, em estreita relação com a comunicação entre animais. Relações tecnológicas.

Objectivos:

1º nível

- Reconhecer sons audíveis, mais graves ou mais agudos, ou não audíveis.

2º nível

- Reconhecer que o espectro sonoro é constituído por infra-sons, sons e ultra-sons.
- Reconhecer que o som tem origem em vibrações que se propagam por compressões e rarefacções de um meio material.
- Identificar um sonograma como uma representação gráfica de características sonoras.

3º nível

- Distinguir sons graves de agudos.
- Comparar frequências de infra-sons, sons e ultra-sons.
- Interpretar sonogramas.

Descrição:

Com uma plataforma vibrante ("Soundbeam", U.K.) associada a vários sensores e a um sistema computadorizado, o módulo permite activar vocalizações e outros sons produzidos por animais com várias frequências, em função da posição da mão do visitante apoiado na plataforma vibrante. Simultaneamente, este dá conta das vibrações da plataforma com diferente frequência. Para um lado e para o outro da zona dos sons, activam-se, semelhantemente, infra-sons e ultra-sons (inaudíveis para o homem), com a percepção de vibrações mecânicas de baixa frequência da plataforma, no caso dos infra-sons. Em qualquer caso, são mostrados exemplos de sonogramas.



Figura 5 - Módulo 4 da exposição – Essencial vibrar

Módulo 5 – Fracções de música

Módulo sobre as relações entre a música e a matemática, duas linguagens universais.

Objectivos:

1º nível

- Reconhecer que a altura do som identifica as notas musicais.
- Identificar uma escala musical.

2º nível

- Reconhecer que a cada nota musical corresponde uma frequência diferente.
- Identificar uma oitava numa escala musical.

3º nível

- Reconhecer que uma escala temperada é uma progressão geométrica de razão r .
- Relacionar a frequência de uma barra vibrante com o seu comprimento e área de secção recta.

Descrição:

Neste módulo, com um tapete rolante com buracos e várias bolas que vão caindo sobre um conjunto de barras metálicas de diferentes comprimentos produzem-se sons de uma escala musical, à semelhança do que sucede com as caixas de música. Chama-se a atenção para uma regularidade entre o comprimento das barras e a frequência dos sons produzidos, a qual pode ser aprofundada nas respostas aos desafios em termos de relações matemáticas (relação inversa da frequência com o quadrado do comprimento da barra, se o material e a secção desta se mantiver constante; relação de proporcionalidade directa com a secção da barra).



Figura 6 - Módulo 5 da exposição – Fracções de música

Módulo 6 – Saber ouvir

Módulo em que se usa um ouvido simulado, numa introdução à fisiologia da audição nos humanos e noutros seres. O meio material e a transmissão do som.

Objectivos:

1º nível

- Reconhecer que o som não se propaga no vazio.
- Reconhecer que o som tem origem em vibrações que se transmitem em sólidos, líquidos ou gases ao ouvido humano.
- Percepcionar som transmitido ao ouvido humano pelo ar ou directamente dos dentes para os ossos no interior do ouvido.

2º nível

- Identificar o som como onda sonora.
- Caracterizar sucintamente o mecanismo de audição humano.

Descrição:

O visitante produz uma vibração junto à parte externa de um modelo de ouvido humano, dividido em várias partes, e observa os efeitos através do canal auditivo e tímpano até à cóclea.



Figura 7 - Módulo 6 da exposição – Saber ouvir

Um sinal eléctrico assim produzido simula os impulsos eléctricos comunicados ao cérebro. Ao lado, utiliza-se um rádio colocado dentro de um campânula de vidro na qual se pode fazer o vazio para mostrar a

necessidade de um meio material para a transmissão do som (mas não das radiações electromagnéticas).

Comunicação táctil

Módulo 7 – Toca a tactear

Módulo sobre sensações tácteis em geral, incluindo a sensação de dor e as sensações de frio e quente.

Objectivos:

1º nível

- Identificar diferentes características de texturas.
- Reconhecer funções do tacto.
- Comparar percepções pessoais com as de outros.

2º nível

- Caracterizar, sucintamente, o mecanismo de transmissão de uma mensagem táctil.

3º nível

- Reconhecer que diferentes estímulos activam diferentes receptores.

Descrição:

O visitante é convidado a introduzir a mão em várias caixas opacas para recolher sensações tácteis sobre forma de objectos e sua textura, temperatura e outras sensações de frio e quente aliadas à condutividade térmica. Também se proporcionam sensações de dor aliadas a fenómenos de pressão.



Figura 8 - Módulo 7 da exposição – Toca a tactear

Módulo 8 – Descodificar...

Módulo sobre o código de Braille e relações com outros códigos de comunicação, em especial o código binário e suas aplicações tecnológicas.

Objectivos:

1º nível

- Reconhecer que o código binário utiliza apenas os dígitos 0 e 1.
- Reconhecer que o código Braille utiliza pontos em relevo.

2º nível

- Reconhecer que o código de Braille utiliza uma matriz de duas colunas e três linhas.
- Familiarizar-se com a escrita de um número em sistema decimal e sistema binário.

Descrição:

Este módulo proporciona uma familiarização com o código de Braille e com o código binário, através de um jogo com dois jogadores. Um deles escolhe um objecto de um conjunto de quatro, e constrói o respectivo nome, utilizando peças em linguagem Braille. De seguida, roda o sistema para o outro jogador decifrar. O mesmo pode fazer com os números das camisolas de 4 conhecidos futebolistas da selecção nacional. O outro jogador procede de forma idêntica, mas recorrendo a linguagem binária. Para os números das camisolas, ter-se-á um conjunto de 8 lâmpadas que, acesas umas e apagadas outras, reproduzem o número desejado em linguagem binária e um conjunto de *LEDS* que, colocados correctamente, o representa em código Braille.

Oferece-se uma explicação sobre os números em linguagem binária com apelo ao significado de potência em matemática e sobre a correspondência para letras.



Figura 9 - Módulo 8 da exposição – Descodificar

Comunicação química

Módulo 9 – Cheirar... é preciso

Módulo sobre a química e a biologia do cheiro nos humanos. Relações com comunicação e orientação noutros animais. Percepção de riscos.

Objectivos:

1º nível

- Identificar cheiros associando imagens.
- Identificar órgãos exteriores do olfacto de alguns animais.
- Distinguir cheiros agradáveis e desagradáveis, muitas vezes em relação com a sobrevivência (alimentação ou perigos).

2º nível

- Interpretar os cheiros em termos de diferentes estruturas químicas das amostras.

3º nível

- Reconhecer o papel das forças inter-moleculares no mecanismo do olfacto.

Descrição:

O visitante é convidado a rodar uma roleta que permite seleccionar uma de várias imagens a que se associam cheiros ou órgãos exteriores do olfacto (narizes, antenas,...).



Figura 10 - Módulo 9 da exposição – Cheirar é preciso

O visitante deve identificar o cheiro por tentativas sobre um conjunto de seis amostras de várias substâncias e/ou identificar o órgão do olfacto correspondente entre as opções apresentadas em fotografia. Cada opção é confirmada, ligando o interruptor correcto que, por sua vez, acciona um *display* com informação adicional.

Módulo 10 – Prova das provas

Módulo sobre o gosto, com identificação de sabores e interacção com o sentido do olfacto.

Objectivos:

1º nível

- Identificar doce, amargo, salgado e ácido.
- Identificar alimentos distinguindo o sabor.
- Reconhecer que a maior parte do que saboreamos se deve ao sentido do olfacto.

2º nível

- Justificar, quimicamente, as sensações de doce, salgado, amargo e ácido.
- Reconhecer a acção das moléculas voláteis das substâncias que constituem os alimentos sobre os receptores olfactivos.

Descrição:

O visitante é convidado a retirar e provar uma amostra de seis alimentos líquidos, pressionando o manípulo na base dos recipientes. Com

os olhos vendados e o nariz tapado com uma mola, identifica o doce, o salgado, o amargo e o ácido. Destapando o nariz, o visitante pode identificar e distinguir os diferentes sabores.



Figura 11 - Módulo 10 da exposição – Prova das provas

1.3 – Ciência na Vida

Cada módulo é, também, acompanhado por painéis sobre relações com a vida e o quotidiano, aplicações tecnológicas e desafios para novas explorações.

Comunicação visual

Módulo 1 – Visível ou invisível

Relações tecnológicas com a transmissão electromagnética dos nossos dias.

Os painéis referem, nomeadamente, a totalidade do espectro electromagnético, imagens de galáxias segundo as radiações que emitem, a detecção de notas falsas com luz ultravioleta e imagens a partir de luz infravermelha. Neste módulo, como em todos os outros, os painéis incluem perguntas, como desafios, para um “follow up” da exposição. Os

materiais adicionais debruçam-se, neste caso, sobre as transmissões por fibra óptica e as comunicações por microondas (telemóveis) e por ondas hertzianas (rádio e televisão) (ver anexo 1).

Módulo 2 – Cor e cores

Relação do fenómeno da cor com a visão quer no homem quer noutros animais. Exploração do tema na arte, impressão a cores, televisão, etc.

Os painéis desenvolvem este tema, com referência à fisiologia da cor nos seres humanos. Igualmente mencionarão a “cegueira” a certas cores por parte de alguns animais. A utilização da cor por certos animais para camuflar, comunicar, etc. deverá também ser referida. Os desafios apontarão para outras origens da cor (ver anexo 2).

Módulo 3 – Com olhos de ver

Fisiologia dos olhos dos vertebrados e outros animais. Defeitos de visão, máquina fotográfica e outras aplicações.

Os painéis voltam a chamar a atenção para defeitos da visão, mas acentuam, sobretudo, a fisiologia da visão, quer no olho simples dos vertebrados e no olho composto na mosca, quer noutros seres. Neste caso, contrariam ideias correntes sobre a construção da imagem. Além disso, ilustram os princípios de funcionamento dos equipamentos ópticos de imagem. A referência a outras técnicas de imagem (por exemplo, ressonância magnética) é deixada para as respostas aos desafios. (ver anexo 3)

Comunicação sonora

Módulo 4 – Essencial vibrar

Os painéis representam o espectro sonoro com informação sobre aplicações tecnológicas, por exemplo, radar e ecografia, no caso dos ultra-sons e sismografia, no caso dos infra-sons. Abordam, também, a natureza do som e estabelecem relações com a comunicação entre animais (ver anexo 4).

Módulo 5 – Fracções de música

Os painéis contrastam ruídos com peças musicais e incluem referência à produção de sons em instrumentos de sopro, percussão e cordas e respectiva visualização gráfica, com a possibilidade de audição individual. Mencionam, ainda, as características matemáticas na música de alguns compositores. É feita uma breve referência aos sintetizadores electrónicos (ver anexo 5).

Módulo 6 – Saber ouvir

Nos painéis, faz-se particular referência aos diferentes modos de detecção de sons/vibrações por parte de outros animais (ver anexo 6).

Comunicação táctil

Módulo 7 – Toca a tactear

Os painéis incluem informação sobre os revestimentos de animais e formas de comunicação táctil. Referência mais pormenorizada aos diferentes receptores (ver anexo 7)

Módulo 8 – Descodificar...

Os painéis incluem um pouco de história destes códigos de comunicação e referem outros, designadamente o código de Morse e o código de barras. Particular atenção é dada à utilização da linguagem binária em computadores (ver anexo 8).

Comunicação química

Módulo 9 – Cheirar... é preciso

Os painéis retomam alguns aspectos da química do cheiro e alargam-nos à fisiologia do cheiro. Contêm também, informação sobre o olfacto em animais e referência à comunicação química através de feromonas (ver anexo 9).

Módulo 10 – Provas das provas

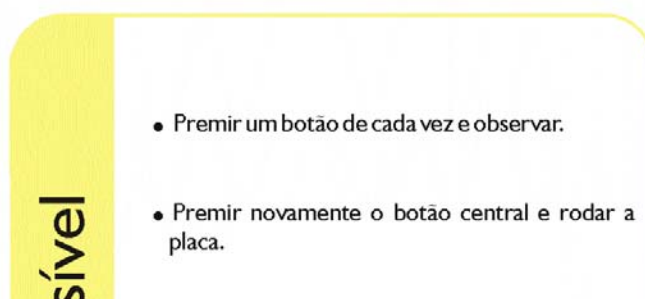
Painéis sobre a química e a fisiologia do gosto e do sabor (ver anexo 10).

1.4 – Textos explicativos e instruções

Para além das instruções de exploração dos módulos, há explicações a dois ou três níveis de profundidade, nas costas da placa com as instruções.

Comunicação visual

Módulo 1 – Visível ou invisível



Instrução:

Explicação:

E então?

Cada botão acciona uma lâmpada. A do meio é de luz que nos permite ver: luz visível. As outras não, mas têm efeitos visíveis em certos materiais.

E mais...

Por transferência de energia: a lâmpada da esquerda que emite radiação infravermelha causa efeitos de cor numa placa de cristais líquidos; a lâmpada da direita que emite radiação ultravioleta produz emissão de luz visível por certas rochas, colas, etc.

E ainda mais...

E então?

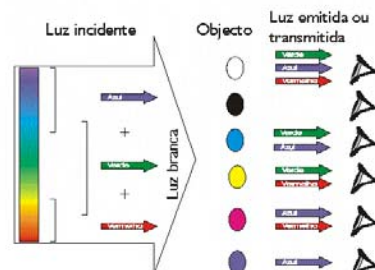
As cores que vemos quando os objectos são iluminados com luz vulgar (luz branca) podem ser diferentes se os virmos através de óculos com filtros. A Terra seria vista do espaço como negra e não azul, se usássemos filtros vermelhos.

E mais...

A cor de um objecto não é uma característica intrínseca deste. É a luz difundida pelo objecto e que entra no olho que excita as células sensíveis à cor (cones), na retina. A mensagem que enviam ao cérebro cria a percepção de cor. Esta depende, pois, não só do objecto como da luz que o ilumina ou dos filtros utilizados à entrada do olho.

E ainda mais...

A luz branca resulta da sobreposição de luzes que vemos de todas as cores. A variedade de cores que percebemos pode ser interpretada em termos das luzes primárias (vermelhos, azuis, verdes), correspondentes às bandas de cores a que os cones do olho humano são sensíveis.



Comunicação visual

Módulo 2 – Cor e cores

Instrução:

Explicação:

Comunicação visual

E então?

Quando a luz atravessa meios transparentes como as lentes, é desviada permitindo a formação de imagens. Quer no modelo do olho humano (lente única), quer no da mosca (várias lentes), as imagens obtidas são invertidas. No segundo caso, observa-se de uma só vez a imagem em hexágonos de toda a figura, mas com pouca definição.

E mais...

As lentes do olho multifacetado da mosca e o conjunto córnea+cristalino do olho humano são lentes convergentes. Estas fazem convergir a luz por refração de tal modo que é possível formar uma imagem nítida numa certa zona do espaço. No olho humano normal o alvo onde se forma a imagem é a retina. Quando o conjunto córnea+cristalino é muito convergente, a imagem forma-se antes da retina, o que corresponde a um defeito de visão – a miopia. No caso da hipermetropia, a imagem forma-se para além da retina. Para que a imagem se forme na retina são necessárias, no primeiro caso, lentes divergentes e, no segundo, lentes convergentes.

E ainda mais...

Devido ao número elevado de lentes e à sua localização, o olho multifacetado apresenta um maior campo de visão, embora "veja" com pouca resolução.

No olho humano normal as imagens formam-se bem definidas na retina. Os terminais nervosos enviam mensagens ao cérebro de modo que este interprete a imagem observada.

Módulo 3 – Com olhos de ver

Instrução:

Explicação:

Comunicação sonora

Módulo 4 – Essencial vibrar

Instrução:

Essencial vibrar

- Sentar-se na plataforma.
- Mover lentamente uma mão da esquerda para a direita para activar sons de animais.
- Observar os sonogramas.

Explicação:

E então?

A passagem da mão da esquerda para a direita permite accionar sons audíveis, mais graves ou mais agudos, ou não audíveis. O tigre produz principalmente sons graves e a plataforma vibra lentamente. O mosquito produz essencialmente sons agudos e a plataforma vibra mais rapidamente. Há porém, sons emitidos pelo tigre que o ser humano não ouve mas pode sentir por uma vibração muito lenta da plataforma. Por outro lado, o golfinho pode produzir sons tão agudos que não são ouvidos nem sentidos pelo homem.

E mais...

O espectro sonoro inclui os sons audíveis ao ser humano, dos graves aos agudos, e também, os infra-sons e ultra-sons. Qualquer som tem origem em vibrações que se propagam por compressões e rarefações de um meio material.

Raramente os sons são simples. Os sonogramas são representações gráficas de características dos sons.

E ainda mais...

Os sons graves resultam de vibrações de baixa frequência e os infra-sons de frequências ainda mais baixas. As frequências são elevadas para os sons agudos e ainda mais para os ultra-sons. O sonograma mostra as diferentes frequências ao longo do tempo e correspondentes intensidades.

Comunicação

sonora

Módulo 5 – Fracções de música

Instrução:

Fracções de música

- Colocar 12 bolas em posições sucessivas de modo a formar uma escala musical.
- Premir o botão para mover o tapete rolante e fazer cair as bolas nas barras metálicas.
- Repetir, colocando bolas de modo a compor um trecho musical.

Explicação:

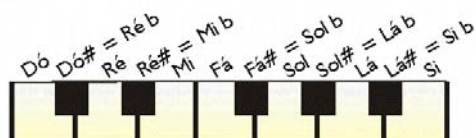
E então?

Quando as bolas fazem vibrar sucessivamente as barras, apercebemo-nos da escala musical. A altura do som é utilizada para classificar as notas musicais – sons agudos (ou altos) e graves (ou baixos), independentemente de serem pouco ou muito intensos.

E mais...

Cada nota resulta de uma vibração com uma certa frequência. Na escala natural, tomando para nota fundamental, o Dó, de frequência f , o Dó da oitava seguinte tem uma frequência dupla, sendo, portanto, um som mais agudo (mais alto).

As barras metálicas correspondem às 12 notas de uma oitava de uma escala temperada:



E ainda mais...

Nesta escala, a razão r entre a frequência de uma nota e a anterior é sempre constante. Estas frequências formam uma progressão geométrica de razão r ($r \approx \sqrt[12]{2} \approx 1,059\dots$):

$$f, f.r, f.r^2, f.r^3, \dots, f.r^{12} (= 2.f)$$

Comunicação sonora

Módulo 6 – Saber ouvir

Instrução:

Saber ouvir

Junto à campainha

- Pôr a campainha a tocar. Ligar a bomba de vazio e tapar o orifício com um dedo para que o ar seja retirado da campânula. *Continua a ouvir o som?*
- Retirar o dedo para deixar entrar novamente o ar na campânula. *O que nota?*

Junto ao rádio

- Ligar o rádio. Colocar uma palhinha no tubo de madeira e apertá-la entre os dentes, tapando os ouvidos. *Consegue ouvir?*

Junto à orelha

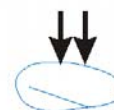
- Premir o botão para ouvir um som. A orelha e o tubo de vidro simulam o ouvido externo. *O que observa no tubo de vidro?*

Junto ao tímpano

- Rodar a manivela para fazer vibrar o tímpano e observar o movimento dos ossículos (ouvido médio).

Junto à cóclea

- Pressionar o canal coclear de modo a simular a transmissão de impulsos nervosos ao cérebro (ouvido interno).



Explicação:

E então?

No vazio, isto é, quando o ar é retirado da campânula, deixa-se de ouvir o som produzido pela campainha, embora esta continue a vibrar. Se um objecto a vibrar não estiver em contacto com um sólido, líquido ou gás, não existe meio para essa vibração se transmitir e não há som. O visitante pode perceber som transmitido ao ouvido humano pelo ar ou directamente dos dentes para os ossos no interior do ouvido.

E mais...

Quando a campainha ou outro objecto vibra, perturba o meio circundante (o ar, neste caso), fazendo com que as camadas de ar nas suas vizinhanças, também vibrem, originando alternadamente compressões e rarefações. A estas perturbações do meio que se vão transmitindo às camadas seguintes, transportando energia até aos nossos ouvidos, chama-se onda sonora.

O ouvido externo capta as ondas sonoras e envia-as através do canal auditivo ao tímpano que passa a vibrar. Estas vibrações são amplificadas pelos ossículos (martelo, bigorna e estribo) e transmitidas à cóclea (caracol). Os terminais nervosos da cóclea levam as mensagens ao cérebro.

Comunicação táctil

Módulo 7 – Toca a tactear

Instrução:

Toca a tactear

- Tactear os 7 objectos escondidos.
- Entre as três sensações indicadas para cada objecto escolher a predominante e passar para a frente a rodela correspondente.

Explicação:

E então?

Ao tactear um objecto o visitante pode ter prazer ou sentir dor, aperceber-se de frio ou quente e identificar formas e texturas. As texturas podem apresentar diferentes características: liso, rugoso, áspero, macio, húmido, etc.

E mais...

No ser humano, existem na pele diferentes tipos de receptores, mecânicos, térmicos e de dor, que podem ser activados por vários estímulos, originando a transmissão de uma mensagem – impulso nervoso – até ao cérebro.

E ainda mais...

Os quatro tipos principais de receptores mecânicos especializados em fornecer informação para o sistema nervoso central sobre o toque, pressão, vibração e tensão cutânea chamam-se: corpúsculos de Meissner, corpúsculos de Pacinian, discos de Merkel e corpúsculos de Ruffini.

Existem termorreceptores que respondem a variações de temperatura entre os 30 e 45 °C (sensação de quente) e termorreceptores que respondem a temperaturas entre os 10 e os 35 °C (sensação de frio). A temperaturas inferiores a 10 °C tem início um efeito anestésico.

Diferentes grupos de receptores de dor respondem a temperaturas (superiores a 45 °C) e pressões excessivas ou a classes específicas de produtos químicos (provenientes do ambiente ou de tecidos da pele inflamados ou danificados).

Comunicação táctil

Módulo 8 – Descodificar

Instrução:

Descodificar...

Jogador A

- Escrever o nome de um dos objectos em código binário (ou Braille), colocando cada uma das letras no suporte.

Ou

Escrever o número de uma camisola em código binário (ou Braille), acendendo as lâmpadas (ou colocando os LEDs) necessários.

- Mostrar ao jogador B a palavra ou o número escrito, rodando a parte giratória da mesa.

Jogador B

- Mostrar ao jogador A o objecto ou a camisola identificados, colocando-os sobre a parte giratória da mesa e rodando-a.

Explicação:

E então?

No sistema Braille, as letras, os números e outros caracteres são formados por padrões de pontos em relevo, que se lêem com as pontas dos dedos. O sistema Braille permite aos cegos e a pessoas com a visão reduzida (amblíopes) ler e escrever.

No sistema binário, as letras, os números e outros caracteres são formados por conjuntos de dígitos 0 e 1.

E mais...

Para escrever um número no sistema decimal, utiliza-se a base 10:

Centenas	Dezenas	Unidades
$10^2 = 100$	$10^1 = 10$	$10^0 = 1$

Por exemplo, o número 246 indica

2 centenas, 4 dezenas e 6 unidades.
 $200 + 40 + 6 = 246$
 $(2 \times 10^2) + (4 \times 10^1) + (6 \times 10^0)$

246

Para escrever um número em código binário, utiliza-se a base 2:

$2^7 = 128$ $2^6 = 64$ $2^5 = 32$ $2^4 = 16$ $2^3 = 8$ $2^2 = 4$ $2^1 = 2$ $2^0 = 1$

Neste código, o número 246 corresponde a 11110110.

$128 + 64 + 32 + 16 + 0 + 4 + 2 + 0 = 246$
 $(1 \times 2^7) + (1 \times 2^6) + (1 \times 2^5) + (1 \times 2^4) + (0 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (0 \times 2^0)$

11110110

Comunicação química

Módulo 9 – Cheirar...é preciso

Instrução:

Cheirar... é preciso

- Rodar a roleta. Se ela parar:
 - na fotografia de um animal, escolher o seu órgão do olfacto;
 - noutra fotografia, associar um cheiro à situação ilustrada. Para isso, agitar suavemente cada frasco, retirar a tampa e cheirar até conseguir seleccioná-lo. Não se esquecer de tapar os frascos.
- Confirmar, premindo o interruptor correspondente.

Explicação:

E então?

Na natureza existem diferentes modos de os animais detectarem odores dependendo do tipo de ambiente em que vivem. Cada situação representada nas fotografias está associada a um destes cheiros: floral, frutal, almíscar, amónia, pútrido, "a gás".

Os cheiros estão associados à sobrevivência: alimentação, perigos (por exemplo, para evitar comida estragada, produtos tóxicos, predadores), marcação de território (urina dos gatos, por exemplo), detecção de presas, atracção sexual.

A detecção dos cheiros faz-se por via química utilizando receptores localizados em órgãos variados: narizes (mamíferos), narinas em bicos (aves), antenas (insectos), tentáculos (caracol), corpo todo (minhoca), etc.

E mais...

Os mecanismos do cheiro iniciam-se com o estabelecimento de ligações entre moléculas voláteis dos materiais e os receptores.

A atracção sexual no reino animal ocorre, muitas vezes, por detecção química de substâncias voláteis – feromonas.

E ainda mais...

As diferenças nos cheiros reflectem as diferenças na estrutura química dos materiais. Por exemplo, a muscona é uma cetona



com cheiro almíscar, ao passo que o escatol é um indol e



tem cheiro pútrido. Muitos compostos com enxofre cheiram mal: H_2S cheira a ovos podres. Já H_2O , água, não tem cheiro.

Comunicação química

Módulo 10 – Prova das provas

Instrução:

Prova das provas

- Com os olhos fechados e o nariz tapado com uma mola, recolher um pouco de líquido de um dos recipientes, pressionando o manípulo.
- Provar durante alguns segundos. *O que consegue detectar?*
- Destapar o nariz. *O que saboreou?*

Explicação:

E então?

Os recipientes contêm água tónica, sumo de maçã, sumo de ananás, caramelo, *ketchup* e mel. Com o nariz tapado durante alguns segundos, o visitante conta apenas com os receptores do gosto das papilas gustativas, apercebendo-se, sobretudo, do doce, salgado, amargo e ácido. Com o nariz destapado, o visitante já pode identificar e distinguir os diferentes sabores, porque se serve também do sentido do olfacto. De facto, cerca de 75% do que saboreamos deve-se ao sentido do olfacto.

E mais...

Na boca, as moléculas dos alimentos que contactam as papilas gustativas iniciam uma série de transformações químicas nos receptores químicos das células gustativas, enviando impulsos nervosos aos neurónios no tronco cerebral. A identificação do sabor deve-se à acção conjunta dos receptores gustativos e olfactivos. Nestes actuam as moléculas voláteis dos alimentos.

E ainda mais...

Os receptores do gosto permitem reconhecer as sensações de:

- **doce**, quando estabelecem ligações com os grupos hidroxilo (OH) dos açúcares;
- **ácido**, devido aos iões H^+ resultantes dos compostos ácidos;
- **salgado**, quando estimulados pelos iões dos sais;
- **amargo**, geralmente devido a substâncias alcalóides.

Embora estas sejam as principais sensações do gosto, este sentido permite ainda atribuir as sensações de gosto metálico, adstringente, picante e amiláceo.

1.5 – Fórmula Extraterrestre (ET)

Como fórmula integradora de toda a exposição criou-se a figura de um ET que explora a popular ideia de seres extraterrestres. Assim, os módulos das quatro ilhas da comunicação não são apresentados isoladamente, mas sim, integrados numa fórmula que pode ser designada por “Extraterrestres, os cinco sentidos e a comunicação”. Pretendia-se que a partir da experiência propiciada por cada módulo interactivo, ao longo da exposição, o visitante fosse fazendo opções acerca das eventuais características sensoriais do “seu” ET, registando-as numa placa ilustrada, perfurando – a (Figura 12). No final da visita o visitante coloca a placa perfurada sobre o écran táctil de um computador, que através dum programa computacional criado para o efeito, reúne todas as características escolhidas e faz a respectiva tradução gráfica (uma de um total de 256 figuras de ET’s).

Comunicação Visual	1	Visível e invisível O ET vê-se no escuro?	Uma parte, para atrair o sexo oposto	Toda, para assustar	Nada, para passar despercebido				
	2	Cor e cores Do espaço como vê o ET a Terra e Marte?	Terra azul e Marte vermelho	Terra azul e Marte negro	Terra negra e Marte vermelho	Terra e Marte negros			
	3	Com olhos de ver Como é que o ET vê?	Vê como nós	Vê como a mosca					
Comunicação Sonora	4	Vibrar no zoo Ouvem-se sinais emitidos pelo ET?	Sim	Não, mas sentem-se as vibrações	Não, nem se sentem vibrações				
	5	Notas e números O ET reage à música?	Não	Sim, ficando excitado	Sim, ficando relaxado				
	6	Saber ouvir Como ouve o ET?	Ouve como os primatas	Ouve como os cetáceos	Ouve como alguns insectos				
Comunicação Táctil	7	Tactear no escuro Como o ET mostra o seu estado emotivo?	Receptivo, abraçando com os tentáculos	Afável, tocando com a carapaça	Defensivo, produzindo mico tóxico ao tacto	Carinhoso, acocelhando com as penas	Agressivo, picando com os espinhos	Apaziguador, acariciando o pêlo	Possessivo, lutando com o seu exoesqueleto
	8	Decodificar... Como prefere o ET trocar mensagens secretas?	Usando os dígitos 0 e 1	Usando pontos em relevo					
Comunicação Química	9	Cheirar... é preciso Que cheiro usa o ET para procurar alimento?	Floral, como muitos insectos	Pútrido, como algumas aves	Frutal, como os humanos				
	10	Prova das provas Como reage o ET, pelo gosto?	Gosta de maçã e de batatas mas não as distingue	Acha o açúcar amargo					

Figura 12 - Placa que permite a "construção" do ET

No final o visitante leva a impressão do Bilhete de Identidade do seu ET, tendo referenciadas na forma de texto, algumas das suas características, bem como a indicação de eventuais contradições ou incongruências entre as várias opções escolhidas.

Simultaneamente, pode comparar as suas opções com as de outros visitantes. No anexo 11, encontram-se dois exemplos possíveis de Bilhetes de Identidade do ET.

The background image shows a museum exhibit with various colorful displays, including a yellow and blue circular table, a red and yellow counter, and a large white pillar with the text 'Comunicação tátil'. The exhibit is set in a well-lit room with a red carpet and a black stanchion with a red rope. The text 'CAPÍTULO III' is at the top, 'Descrição Geral do' is in the middle, and 'Estudo' is at the bottom right.

CAPÍTULO III

Descrição Geral do

Estudo

1 – Plano geral do estudo

Em investigação, quando se inicia um trabalho de pesquisa, embora os investigadores tenham uma ideia acerca do que pretendem fazer e até delineiem um estudo prévio, este constitui apenas uma linha de orientação do trabalho a desenvolver, não se apresentando até, por vezes, pormenorizado e não tendo carácter vinculativo. À medida que se procede à recolha dos dados, as hipóteses inicialmente consideradas podem vir a sofrer modificações e reformulações no sentido de se otimizar o estudo que está a ser desenvolvido (Bogdan e Biklen, 1994).

Os objectivos iniciais da presente investigação incidiam primordialmente sobre a leitura e interpretação que os visitantes fariam das explicações e informações contidas nos painéis da exposição, mas à medida que a investigação evoluiu e face aos dados recolhidos da não leitura dos textos por parte dos visitantes, os nossos objectivos tiveram que ser alterados.

Assim, os objectivos finais desta investigação foram:

1 – Elaborar diferentes formas de comunicação escrita de informação científica.

2 – Observar e descrever o comportamento dos visitantes durante uma visita a uma exposição de Ciência num espaço informal.

3 – Averiguar o interesse que os visitantes manifestaram pela Exposição Interactiva Sentir.com – a comunicação e os 5 sentidos.

4 – Testar estímulos de leitura das informações contidas na exposição, quer nos painéis quer nas placas de explicação de cada módulo interactivo.

Foi realizado um estudo preliminar em Castelo Branco com vista a indagar a reacção dos visitantes à exposição e em particular à figura do ET como elemento integrador de toda a exposição. Este estudo foi prosseguido no Centro de Ciência Viva de Porto Moniz onde também se fizeram algumas observações directas de visitantes. O mecanismo de envolvimento criado através da fórmula ET já constituía um estímulo premeditado à leitura, embora cujos resultados pretendíamos testar, visto que é bem conhecido que a maioria dos visitantes não lê (Wagensberg, 2000 a, entre outros). O plano prévio do estudo teve de ser alterado, como a seguir iremos descrever, em resultado dos estudos de observação realizados. A investigação foi iniciada pelo estudo sobre o ET.

Por fim todo o estudo ficou centrado no Centro Comercial Dolce Vita na cidade de Coimbra. Todos os visitantes que visitaram a exposição, em Castelo Branco, em Porto Moniz e no Centro Comercial Dolce Vita em Coimbra, foram informados do carácter itinerante e interactivo da exposição, do seu conteúdo e da forma como estava organizada. Em particular, era-lhes referido que existiam 10 módulos interactivos distribuídos por 4 “ilhas da comunicação”, que junto de cada módulo existia uma placa com instruções de como fazer a experiência e que na parte de trás desta placa existiam explicações dos fenómenos a 2 ou 3 níveis. Que em cada ilha existiam painéis onde era possível obter informações sobre relações com a vida e o quotidiano, aplicações tecnológicas e desafios para novas explorações.

A partir daí, escolheram livremente as actividades e a sequência da exposição. A figura 13 mostra um aspecto da exposição no Centro Comercial Dolce Vita.



Figura 13 - Localização da exposição no Dolce Vita - Coimbra

O método que é utilizado nesta investigação é o método quantitativo que está particularmente ligado à investigação experimental. Ele pressupõe a observação de fenómenos, a formulação de hipóteses que expliquem esses fenómenos, o controlo de variáveis, a selecção aleatória dos intervenientes na investigação, a rejeição ou confirmação das hipóteses consideradas, procedendo-se para isso a uma recolha criteriosa e rigorosa dos dados, que serão posteriormente sujeitos a tratamento estatístico e métodos matemáticos, conducentes à testagem das hipóteses (Carmo e Ferreira, 1998). Este método apresenta limitações de utilização em investigações cujos intervenientes sejam os seres humanos, pois a complexidade e subjectividade dos fenómenos humanos, não permite ter acesso à sua total compreensão (Bento, 2002; Carmo e Ferreira, 1998).

No sentido de o tornar mais funcional, este capítulo foi dividido em seis secções que dizem respeito, respectivamente, à descrição do plano geral da investigação e a cada um dos cinco estudos parcelares que constituem o todo desta investigação.

Para cada um deles foi feita uma descrição em que se procura apresentar em linhas gerais e, de acordo com os objectivos da investigação, o modo como se orientou o estudo; descrição e caracterização da população e amostra utilizadas; selecção de instrumentos de recolha de dados e sua elaboração.

2 – Estudos parcelares

2.1 - Estudo 1 – Estudo do estímulo do ET (*engagement*)

Descrição do estudo

Para a consecução dos objectivos do projecto, planificou-se inicialmente uma estratégia de envolvimento do público, utilizando-se a figura de um extraterrestre, que deveria ser construído pelo público

visitante de acordo com as características da biodiversidade terrestre, utilizadas pelos seres vivos para comunicar. Estas características encontram-se ao longo de toda a exposição.

Para se saber se essa figura além de ser um elemento integrador de toda a exposição, também podia ser um elemento incentivador à exploração da exposição e elemento impulsionador da leitura da informação existente na exposição, foi elaborado um questionário com as perguntas que nos pareceram mais pertinentes (ver anexo nº12).

Caracterização da amostra

Este questionário foi preenchido por 70 visitantes, 25 dos quais na Ilha da Madeira e 45 em Castelo Branco. A maioria dos visitantes era do sexo feminino, apenas 15 eram do sexo masculino.

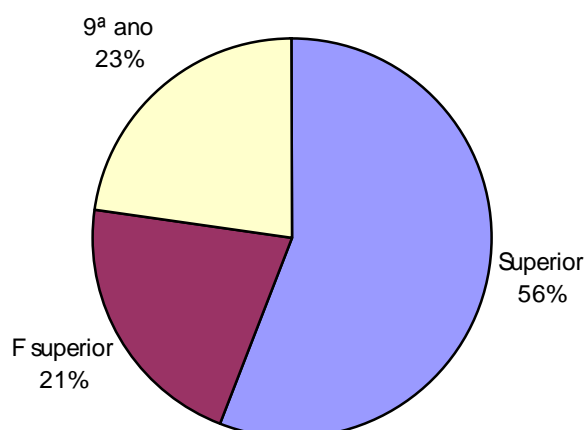


Figura 14 - Representação gráfica das habilitações literárias dos visitantes (%)

Relativamente ao nível de escolaridade dos visitantes, constatámos que a maior parte dos visitantes sujeitos a investigação tinha formação superior.

2.2 - Estudo 2 – Observação de comportamentos

Observações directas

A observação é uma das técnicas mais antigas de recolha de dados. Existem diferentes tipos de observação, cuja diferenciação pode assentar na situação ou atitude do observador, no processo de observação e nas características do campo de observação (Estrela, 1984). Neste estudo foi utilizada a técnica de observação distanciada, uma vez que são evitados os contactos entre o observador e os visitantes observados; directa, é 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.

A observação distanciada ou não participante, uma vez que não interage nem afecta de modo intencional o objecto da investigação, nem os indivíduos sabem que estão a ser observados, permite observar uma situação tal como ela ocorre. Apresenta a desvantagem de não se ter acesso a dados que poderiam ser importantes para a investigação (Carmo e Ferreira, 1998; Estrela, 1984).

A observação directa utilizada como instrumento para observar visitantes que participam activa e autonomamente nas actividades interactivas da exposição reveste-se de grande complexidade. Antes de mais será importante clarificar o conceito de observação pois apesar de parecer ser um processo trivial requer uma concentração electiva da actividade mental. Segundo Carmo e Ferreira (1998) "*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.*"

Os mesmos autores defendem a necessidade que o investigador tem de planear a estratégia de observação a adoptar, para que possa recolher os dados necessários, com o menor número de meios.

Para que a observação seja pertinente é necessário que o investigador responda a duas perguntas fundamentais: observar *o quê* e observar *como*. A resposta à primeira 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. A resposta à segunda pergunta, é obtida a partir da construção de um instrumento capaz de recolher ou produzir a informação determinada pelos indicadores – uma grelha de observação.

Descrição do estudo

Sem abordarmos a subjectividade *versus* objectividade dos dados recolhidos “objectividade é uma ilusão de que todas as observações poderiam ser feitas sem um observador” (Glaserfeld, 1995) o problema situou-se no que era possível registar e no que era importante registar. Atendendo ao contexto da investigação construiu-se uma grelha de observação (anexo nº13) que, descreve de um modo muito selectivo as diferentes categorias e comportamentos a observar (Quivy & Campenhoudt 2003 cit. por Barão *et al.*, 2005). Como se tornava impossível a observação e registo de todos os comportamentos dos visitantes optámos por dar prioridade aos aspectos indicados na grelha de observação, a observar em cada módulo, para dar resposta às questões de investigação:

- 1 – Será que a fórmula ET, como estímulo de leitura, terá efeitos na promoção da atenção dos visitantes para a aquisição de informação contida nos painéis?
- 2 – Em que medida a fórmula ET contribui como elemento integrador da exposição?

As observações foram feitas seguindo a exploração dos módulos por cada visitante desde a entrada à saída da exposição. Realizou-se o mais discretamente possível de forma a que o visitante não tomasse consciência de que estava a ser observado e não se sentisse perturbado na sua exploração, de modo a não lhe retirar a espontaneidade própria

por se sentir observado e avaliado. Os visitantes observados foram posteriormente informados do objectivo da observação a que foram sujeitos e solicitados a fornecerem os seus dados pessoais.

A tarefa de registo pela observação directa foi feita por três observadores em cada dia. O local onde se encontrava a exposição e o elevado número de visitantes determinaram esta opção. Todos os observadores foram previamente consciencializados do que era realmente necessário para a investigação em causa, de modo a garantir-se que todos observassem e todos registassem os comportamentos da mesma maneira (Gay, 1986 cit. por Barão *et al.*, 2005). Os dados recolhidos foram confrontados entre os vários elementos da equipa, de forma a serem eliminados quaisquer pontos de subjectividade que eventualmente surgissem.

Caracterização da amostra

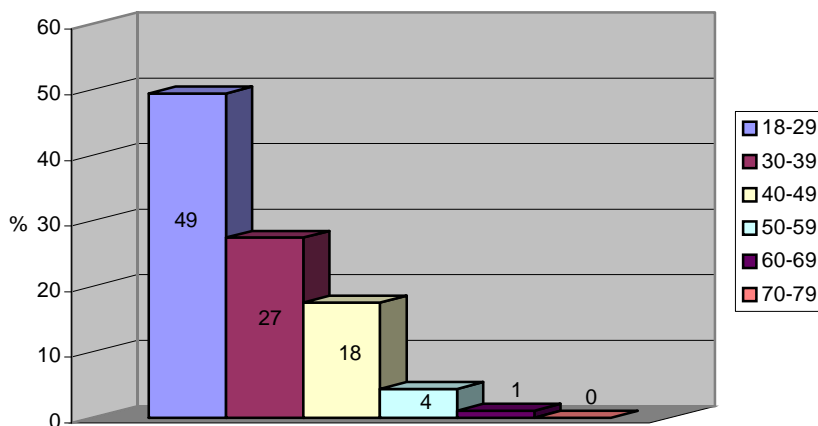


Figura 15 – Gráfico representativo da idade dos visitantes sujeitos a observação (%)

Foram sujeitos a observação 97 visitantes. Deliberadamente, excluímos da amostra visitantes com idade inferior a 18 anos. Quase metade dos

visitantes que foram sujeitos a observação tinham entre 18 e 29 anos. Não foi sujeito a observação nenhum sujeito com idade superior a 69 anos.

A maioria dos visitantes da exposição era do sexo feminino (57%).

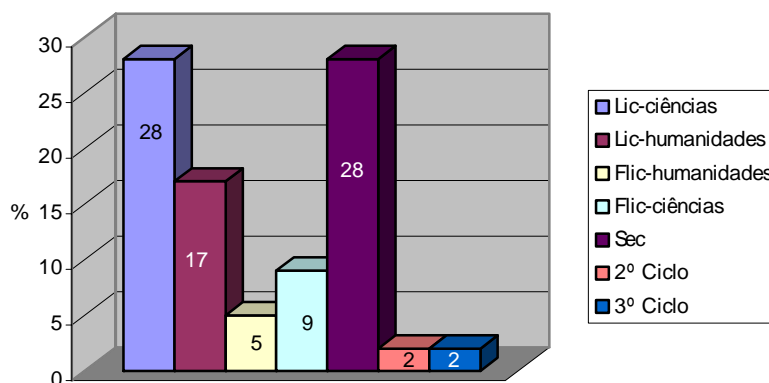


Figura 16 – Gráfico representativo das habilitações literárias dos visitantes observados (%)

O nível de escolaridade dos visitantes está descrito no Gráfico da figura 16. Constatámos que, se juntarmos os visitantes que possuem formação superior com aqueles que presumivelmente a virão a ter (Flic – alunos a frequentar o ensino superior), 59% dos visitantes sujeitos a observação possuíam um nível de formação superior e apenas uma minoria possuía o 2º e 3º ciclo.

2.3 - Estudo 3 – Questionários sobre a informação contida nos painéis e nas explicações

O inquérito por questionário

O inquérito por questionário é um instrumento de recolha de dados em que o investigador não interage com o inquirido em situação presencial, é constituído por uma sequência de perguntas escritas dirigidas a um conjunto de indivíduos, que podem envolver as suas opiniões, as suas atitudes, as suas crenças ou determinadas informações sobre eles próprios ou sobre o meio que os rodeia.

Segundo Tuckman (2000), o inquérito permite ao investigador transformar em dados a informação obtida na inquirição dos indivíduos, possibilitando a quantificação do que um indivíduo sabe (conhecimento), do que gosta ou não (valores e preferências) e do que pensa (opiniões, atitudes e crenças). O mesmo autor refere que os investigadores devem ser cautelosos na construção de um questionário. Carmo e Ferreira (1998), enunciam um conjunto de procedimentos que se devem ter em conta quando se elaboram inquéritos por questionário, como sejam:

- o número de perguntas ser o adequado à investigação, nem de mais, nem de menos;
- as perguntas serem sempre que possível fechadas, de forma a objectivar as respostas, evitando a ambiguidade;
- o número de respostas-tipo não ser muito elevado para evitar a dispersão dos respondentes;
- as instruções sobre o modo de responder serem exactas, claras e curtas;
- as perguntas serem compreensíveis e de fácil leitura para os inquiridos;
- as respostas padrão não podem ser ambíguas ou terem leituras subjectivas;
- devem evitar-se as perguntas melindrosas ou indiscretas acerca dos inquiridos;
- ponderar-se a existência de perguntas de controlo, a fim de se verificar a veracidade das respostas dadas pelos respondentes a outras questões;
- se as perguntas são relevantes face à experiência e conhecimento dos respondentes;
- analisar-se com o máximo cuidado, se o questionário abrange toda a problemática que se quer investigar;
- se a disposição gráfica é clara e adequada ao público-alvo;

- ter-se o máximo cuidado na sua revisão, para que não contenha erros ortográficos e/ou sintácticos;
- possuir o menor número de folhas possível.

Em síntese, a elaboração de um inquérito deve obedecer a duas premissas gerais, "*clareza e rigor na apresentação e comodidade para o respondente*"(Carmo e Ferreira, 1998).

A aplicação deste método de recolha de dados tem bastantes vantagens mas também apresenta importantes limitações (Almeida, 1994; Carmo e Ferreira, 1998; De Ketele e Rogiers, 1999). Como vantagens podem referir-se:

- poder ser aplicado a um assunto específico;
- tornar possível a recolha de informação a grande número de indivíduos;
- permitir comparações exactas entre as respostas dos inquiridos;
- determinar a amostra, particularizando certos parâmetros;
- permitir a recolha de dados num curto espaço de tempo e de forma anónima;
- garantir a imparcialidade do investigador nas respostas uma vez que ele não está presente no momento da recolha dos dados;
- possibilitar a generalização dos resultados da amostra à totalidade da população.

Como limitações podem referir-se:

- elevada taxa de não respostas;
- não é aplicável a toda a população;
- o material recolhido pode ser vago;
- a padronização das questões não permite detectar diferenças de opinião significativas ou subtis entre os inquiridos;

- as respostas podem mencionar mais o que as pessoas dizem que pensam, do que aquilo que pensam realmente.

Descrição do estudo

Com este estudo pretendeu-se recolher e interpretar os dados, de modo a testar a hipótese formulada relativamente à criação de um estímulo de leitura: uma tira de papel com uma pergunta entregue ao visitante à entrada da exposição.

Esta pergunta tinha quatro opções de resposta. Estava impresso numa tira de papel e a cada ilha da comunicação fez-se corresponder duas tiras, uma por cada suporte de informação – painel (P) e placa de explicações (E). Assim, elaboraram-se oito versões deste questionário. Na Figura 17 encontram-se duas das perguntas (tiras) elaboradas, uma para a informação contida nos painéis (A) e outra para as explicações (E). Cada uma estava identificada com a letra P ou E no canto inferior direito, só para nossa orientação, os visitantes não eram informado do seu significado. Um exemplar de todas as questões elaboradas encontram-se no anexo 14, tendo a resposta correcta assinalada.

Para facilitar a compreensão do estudo, quando nos referirmos a esta pergunta, passaremos a designá-lo por *tira*.

<p>A – Qual dos animais tem um olho tipo câmara como o do ser humano?</p> <p><input checked="" type="radio"/> Polvo</p> <p><input type="checkbox"/> Náutilo</p> <p><input type="checkbox"/> Libélula</p> <p><input type="checkbox"/> Camarão</p> <p style="text-align: right;">P</p>
<p>E – Usando óculos com filtros vermelhos, a Terra seria vista do espaço como:</p> <p><input type="checkbox"/> Vermelha</p> <p><input checked="" type="radio"/> Azul</p> <p><input type="checkbox"/> Negra</p>

Figura 17 – A –Tira relativa a informações do painel; E – Tira relativa a explicações

Para recolher informação acerca dos efeitos da **tira** na promoção da leitura da informação contida nos painéis e nas explicações de cada módulo, elaboraram-se dois questionários com perguntas de escolha múltipla, de resposta fechada.

Na elaboração destes questionários tivemos em conta determinados aspectos, tais como: a apresentação do questionário, o número de perguntas, a forma e a ordem das perguntas, assim como a escolha e formulação das mesmas.

O questionário é constituído por quatro perguntas do mesmo tipo da pergunta da **tira**. Cada uma delas dizia respeito a uma “ilha”. Elaborou-se duas versões deste questionário, uma por cada suporte de informação: painéis e explicações. Na Figura 18 transcreve-se o questionário feito relativamente à informação contida nos painéis, tendo, assinaladas as respostas

Habilitações literárias: 1º ciclo 2º ciclo 3º ciclo Secundário Superior Humanidades ↓ Ciências	P
Idade: _____ Sexo: F M	
1. Os pirilampos emitem: <input type="checkbox"/> Radiação ultravioleta <input type="checkbox"/> Radiação gama <input type="checkbox"/> Luz visível <input type="checkbox"/> Raios X <input checked="" type="radio"/>	
2. O sistema de sensores localizados ao longo do corpo de muitos peixes que lhes permite detectar vibrações chama-se: <input type="checkbox"/> Barbatana lateral <input type="checkbox"/> Linha lateral <input type="checkbox"/> Escamas <input checked="" type="radio"/> Gueiras	
3. O sapo produz secreções de sabor desagradável para: <input type="checkbox"/> Atacar as presas <input type="checkbox"/> Acasalar <input type="checkbox"/> Delimitar território <input type="checkbox"/> Defender-se dos predadores	
4. As presas detectadas pelos tentáculos do focinho da toupeira-de-nariz-estrelado são: <input type="checkbox"/> Peixes <input type="checkbox"/> Aves	



Figura 18 – Questionário relativo a informações contidas nos painéis
Outro questionário idêntico foi construído sobre as informações presentes nas explicações (ver anexo 15).

A investigação experimental consta dum conjunto complexo de procedimentos e acontecimentos e apresenta três características essenciais: controlo, manipulação e observação (Ary e Razavieh, 1990). Nessa investigação existem variáveis que o investigador visa observar, conhecer, controlar e manipular. De entre elas existe a variável independente, ou seja, a variável que é manipulada e medida, e que provoca efeitos sobre uma variável dependente que apenas pode ser medida.

A variável independente é a causa provável da variável dependente. É a que é escolhida, manipulada ou sujeita a medição para se poder descobrir a sua relação com a resposta do sujeito ou outra variável observada. É uma condição anterior ao comportamento observado e que serve para influenciar outra variável observada.

A variável dependente é a que é observada e medida como resposta à variável independente. É o efeito presumível da variável independente.

Neste estudo, a variável dependente consiste nas médias dos resultados obtidos dos questionários Q₁ (questionário distribuído ao grupo experimental) e Q₂ (questionário distribuído ao grupo controlo) e a variável independente, a tira.

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido tendo por base uma amostra aleatória constituída a partir da mesma população: visitantes da exposição *Sentir.com*, no centro comercial Dolce Vita, em Coimbra. Assim,

projectou-se um plano experimental com grupos equivalentes e apenas pós-teste (Questionário).

Grupo Experimental (GE)	X	Q ₁
Grupo Controlo (GC)		Q ₂

Foram perspectivados 2 grupos, experimental (GE) e de controlo (GC). O grupo experimental teria de responder à tira (tratamento X) e, posteriormente, ao questionário Q₁, de modo a podermos ter resposta às seguintes questões de investigação:

- 1-O visitante procura a resposta nos painéis ou nas explicações correspondentes?
- 2 -Ao fazê-lo encontra outras informações que retém e lhe permitem acertar as respostas ao questionário?

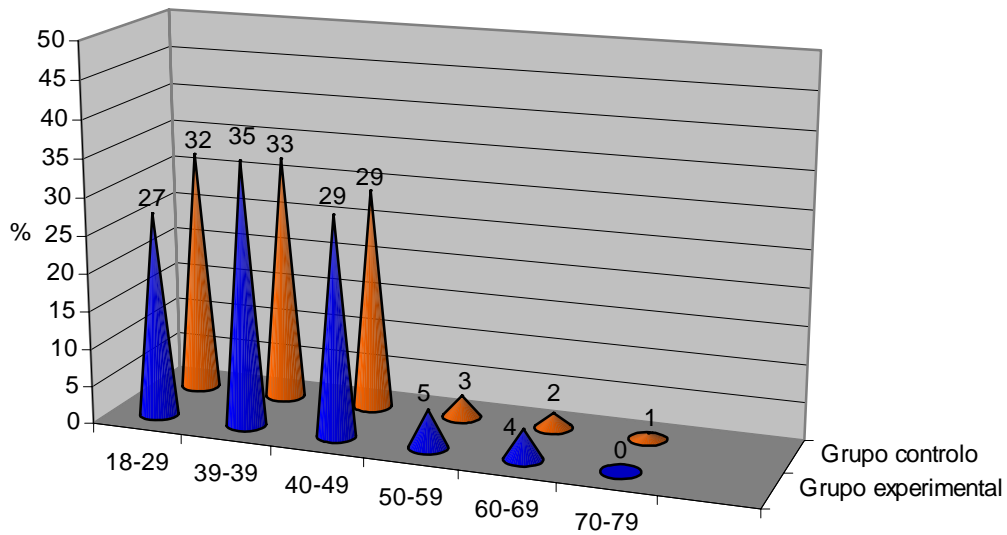
O grupo de controlo apenas respondeu ao questionário Q₂, o mesmo que foi ministrado ao grupo experimental. Estes questionários foram devidamente numerados.

O visitante do grupo experimental foi solicitado, à entrada da exposição, a responder à *tira*, que se destinava a uma investigação e que, quando a entregasse, no final da sua visita, teria um brinde surpresa, caso a resposta estivesse certa. Quando aquele entregava a tira, era-lhe pedido que respondesse ao questionário que, depois de preenchido, colocava numa caixa. (O investigador antes de entregar o questionário ao visitante escrevia o número do questionário na *tira*)

O procedimento relativo ao questionário foi igual para o grupo controlo.

Caracterização da amostra

Foram sujeitos a investigação 253 visitantes que constituíram o grupo experimental e 286 visitantes que constituíram o grupo de controlo. Deliberadamente, excluimos da amostra visitantes com idade inferior a 18



anos.

Figura 19 – Gráfico representativo da idade dos visitantes do estudo 3 (%)
 Com esta restrição, a constituição da amostra obedeceu apenas a um critério de acessibilidade: a aceitação voluntária dos visitantes para responderem à questão.

A distribuição dos visitantes por idade do grupo experimental e de controlo não foi homogénea com excepção das idades compreendidas entre 40 e 49 anos.

A distribuição por sexo dos visitantes sujeitos a investigação foi homogénea. Em ambos os grupos houve mais 16% de visitantes do sexo feminino a visitarem a exposição.

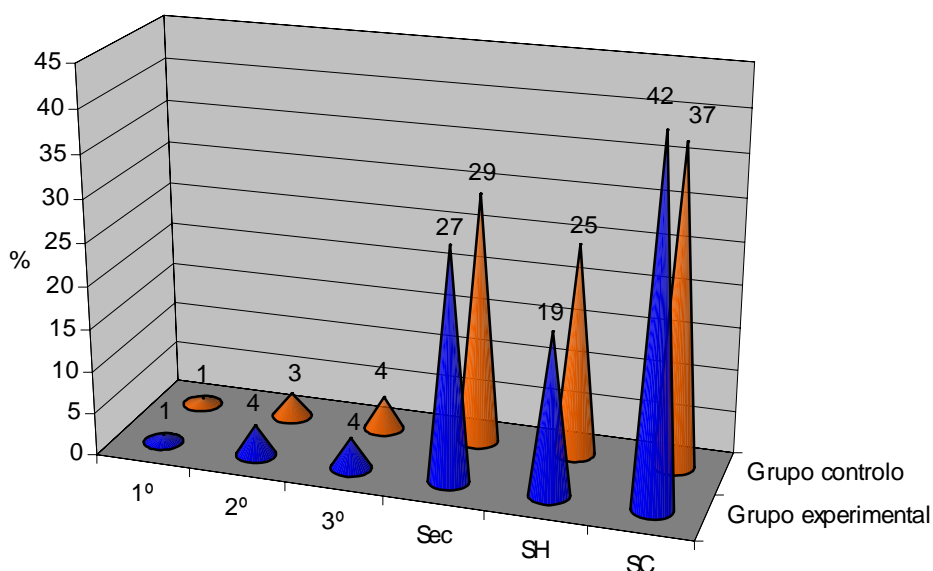


Figura 20 – Gráfico representativo das habilitações literárias dos visitantes do estudo 3 (%)

A distribuição dos visitantes tendo em conta as suas habilitações literárias não foi homogénea nos dois grupos (Figura 20). No entanto em ambos os grupos a maioria dos visitantes tinha formação superior.

2.4 - Estudo 4 – Questionários sobre a informação contida nos painéis e nas explicações + tabela como respondi

Descrição do estudo

Com vista a melhor se poder interpretar os resultados obtidos, alterámos o questionário de quatro perguntas que era distribuído no final da exposição aos visitantes submetidos a investigação e introduzimos-lhe a

tabela "Como respondi" de forma a podermos interpretar os resultados obtidos. Na Figura 21 está representado o questionário distribuído aos visitantes, tendo as opções correctas assinaladas. No anexo 16 encontra-se o questionário relativo às explicações, com as opções correctas assinaladas.

<p>Habilitações literárias: 1º ciclo 2º ciclo 3º ciclo</p> <p>Secundário Superior Humanidades</p> <p style="margin-left: 150px;">Ciências</p> <p>Idade: _____ Sexo:</p> <p style="margin-left: 100px;">F M</p>	P																																																
<p>1. Os pirilampos emitem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Radiação ultravioleta <input type="checkbox"/> Radiação gama <input checked="" type="radio"/> Luz visível <input type="checkbox"/> Raios X <p>2. O sistema de sensores localizados ao longo do corpo de muitos peixes que lhes permite detectar vibrações chama-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Barbatana lateral <input type="checkbox"/> Linha lateral <input type="checkbox"/> Escamas <input type="checkbox"/> Guelras <p>3. O sapo produz secreções de sabor desagradável para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Atacar as presas <input type="checkbox"/> Acasalar <input checked="" type="radio"/> Delimitar território <input type="checkbox"/> Defender-se dos predadores <p>4. As presas detectadas pelos tentáculos do focinho da toupeira-de-nariz-estrelado são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Peixes <input checked="" type="radio"/> Aves <input type="checkbox"/> Insectos <input type="checkbox"/> Cnidários 																																																	
<p>Como respondi:</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="4">Questões</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Já conhecia a resposta antes da exposição</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Respondi ao acaso</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Soube a resposta porque li no painel</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Soube a resposta porque li na explicação</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Soube a resposta ao realizar a experiência</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Respondi por exclusão de partes</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Questões						1	2	3	4	Já conhecia a resposta antes da exposição						Respondi ao acaso						Soube a resposta porque li no painel						Soube a resposta porque li na explicação						Soube a resposta ao realizar a experiência						Respondi por exclusão de partes					
		Questões																																															
		1	2	3	4																																												
Já conhecia a resposta antes da exposição																																																	
Respondi ao acaso																																																	
Soube a resposta porque li no painel																																																	
Soube a resposta porque li na explicação																																																	
Soube a resposta ao realizar a experiência																																																	
Respondi por exclusão de partes																																																	

Figura 21 – Questionário relativo a informações contidas nos painéis, com as opções correctas assinaladas

Caracterização da amostra

A distribuição dos visitantes por idade do grupo experimental e do grupo controlo não foi homogénea.

A distribuição por sexo dos visitantes sujeitos a investigação não foi homogénea. Em ambos os grupos, houve mais visitantes do sexo feminino a visitarem a exposição.

As habilitações literárias dos visitantes do grupo controlo e do grupo experimental estão representadas na Figura 22. Constata-se que a distribuição não foi homogénea nos dois grupos. No entanto em ambos os grupos a maioria dos visitantes tinha formação superior.

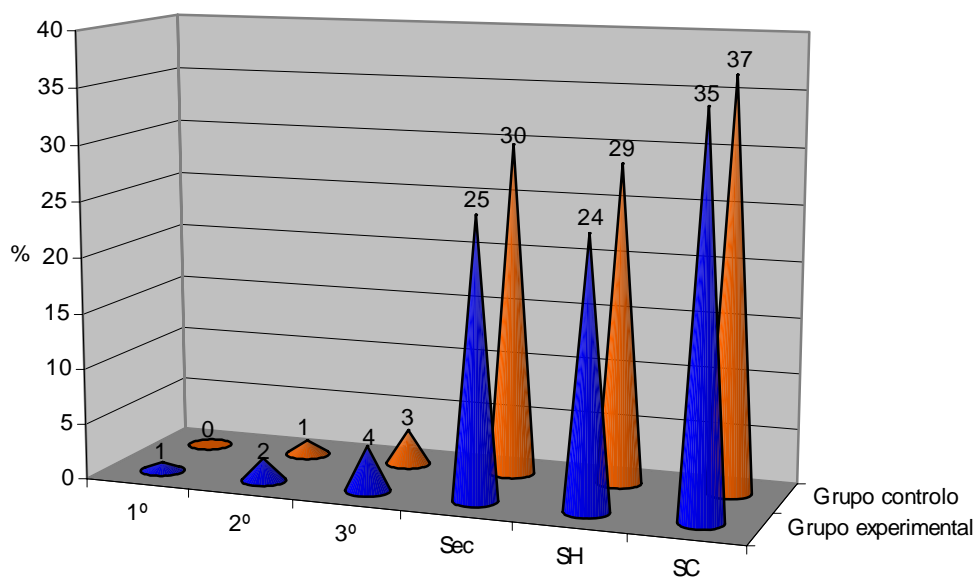


Figura 22 – Habilitações literárias dos visitantes do estudo 4 (%)

Estrutura analítica

Foi feita globalmente a análise dos resultados (médias obtidas nos questionários) comparando os resultados conjuntos dos estudos 3 e 4, para

o grupo experimental e o grupo controlo¹². Para fins estatísticos, consideramos a hipótese nula: não há diferenças significativas entre os resultados dos testes de ambos os grupos. Assim, sujeitaram-se as respectivas médias percentuais a um teste de significância estatística – *t student* – de acordo com o procedimento referido em Best e Kahn (1989)

2.5 - Estudo 5 – Questionário (tira) sobre a informação contida nos painéis e nas explicações + tabela como respondi

Descrição do estudo

Uma vez que constatámos que grande número de visitantes acertava na pergunta do questionário só com uma pergunta (tira), sentimos necessidade de saber como é que eles respondiam a essa pergunta. Para isso solicitámos ao visitante, à entrada da exposição, que respondesse a uma questão (tira) que se destinava a uma investigação. Quando aquele entregava a tira era-lhe pedido que respondesse a um questionário que continha uma tabela “Como respondi” e alguns dados pessoais. Depois de preenchido o visitante colocava o questionário numa caixa. (O investigador antes de entregar ao visitante o questionário da tabela “Como respondi” escrevia o número do questionário na tira).

As perguntas das tiras eram as mesmas distribuídas no estudo 3.

A figura 23 representa o questionário “Como respondi” distribuída aos visitantes.

<p>Habilitações literárias: 1º ciclo 2º ciclo 3º ciclo</p> <p>Secundário Superior Humanidades</p> <p style="margin-left: 150px;">Ciências</p>	
<p>Idade: _____ Sexo:</p> <p style="margin-left: 150px;">F M</p>	
<p>Como respondi</p>	
Já conhecia a resposta antes da exposição	
Respondi ao acaso	
Soube a resposta porque li no painel	
Soube a resposta porque li na explicação	

¹² Os resultados quantitativos globais de cada questionário foram obtidos atribuindo 1 ponto a cada opção correcta seleccionada, num total de 4 pontos.

Figura 23 – Questionário “como respondi” à tira

Caracterização da amostra

Foram sujeitos a investigação 219 visitantes. Deliberadamente, excluímos da amostra visitantes com idade inferior a 18 anos. Com esta restrição a constituição da amostra obedeceu apenas a um critério de acessibilidade: a aceitação voluntária dos visitantes para responderem à

questão.

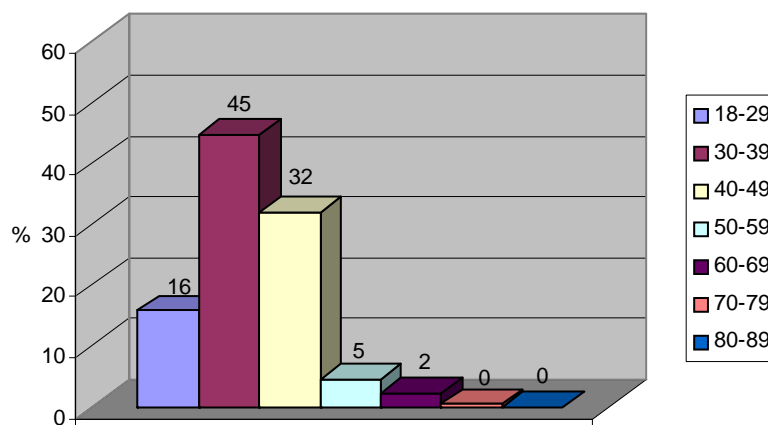


Figura 24 – Gráfico representativo da idade dos visitantes do estudo 5 (%)

A idade dos visitantes que foram sujeitos a estudo está descrita na figura 24.

Tal como nos grupos anteriores a percentagem de indivíduos do sexo feminino a visitar a exposição foi superior.

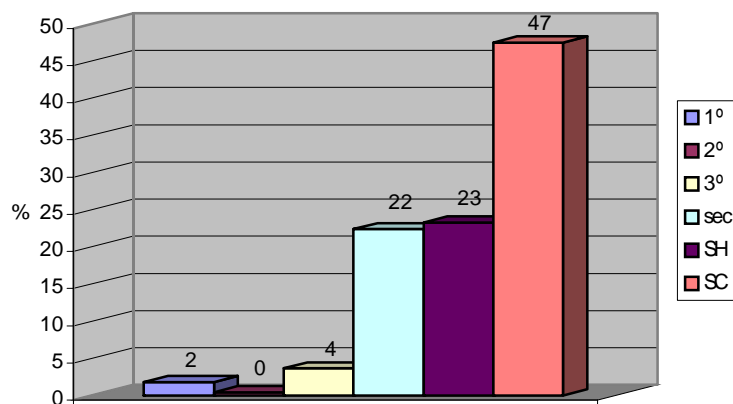


Figura 25 – Gráfico representativo das habilitações literárias dos visitantes do estudo 5 (%)

As habilitações literárias dos visitantes estão descritas na figura 25. A maior parte dos visitantes apresenta formação superior (70%).




CAPÍTULO IV

Análise e Interpretação de Resultados

1 – Apresentação e Análise de Resultados

Neste capítulo iremos apresentar e discutir os resultados da investigação efectuada para atingir os objectivos propostos no capítulo I. Assim, dividiu-se este capítulo em cinco secções tendo em conta os resultados obtidos no: (1.1) Estudo 1 – Estímulo do ET; (1.2) Estudo 2 – Observação de comportamentos; (1.3) Estudo 3 – Questionários sobre a informação contida nos painéis e nas explicações; (1.4) Estudo 4 – Questionários sobre a informação contida nos painéis e nas explicações + tabela como como respondi; (1.5) Estudo 5 - Questionário (tira) sobre a informação contida nos painéis e nas explicações + tabela como como respondi.

1.1 – Resultados do Estudo 1 – E T

 Relativamente à questão "*o transporte da placa dificultou-me a exploração da exposição*".

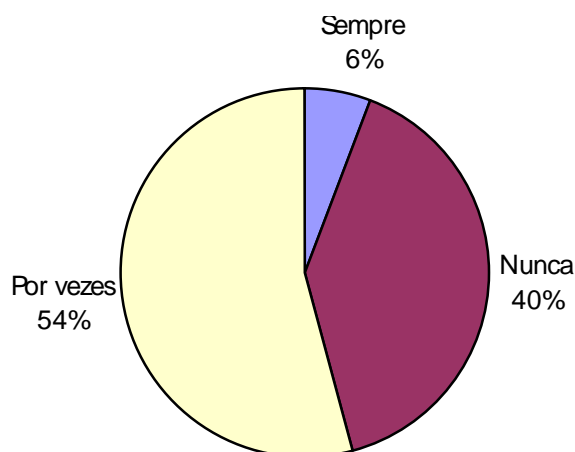


Figura 26 – Gráfico representativo do transporte da placa pelos visitantes (%)

Conforme o descrito no gráfico da figura 26, a maior parte dos visitantes teve algum incómodo com o transporte da placa.

🧑‍🎓 Relativamente à questão ***“Escolhi as características do ET com base nas experiências realizadas e /ou na informação dos painéis”***.

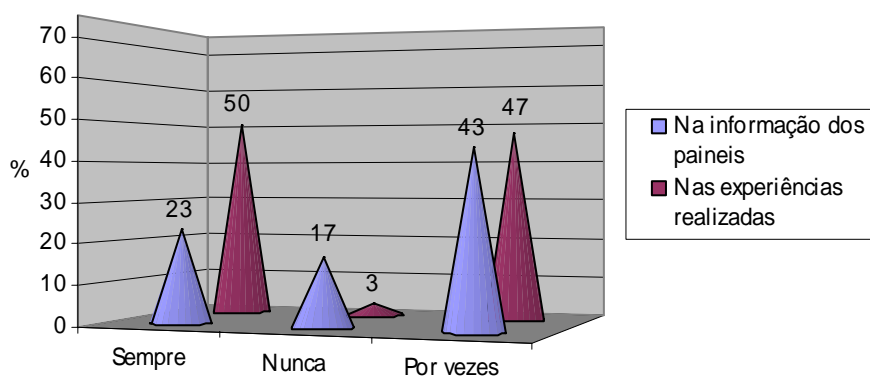


Figura 27 - Como os visitantes escolheram as características do ET (%)

A análise do gráfico da figura 27 permitiu-nos verificar que 23% dos visitantes referiram que escolheram sempre as características do ET tendo em conta a informação lida nos painéis e que 43% por vezes escolheram as características do ET tendo em conta a informação lida nos painéis. Quando confrontámos estes valores com os recolhidos das observações

directas (em que apenas 16% dos visitantes lêem os painéis) concluímos que há contradição entre ambos os resultados, o que nos leva a supor que os visitantes tenham dado a resposta “que se esperava que dessem” .

🧑‍🚀 Relativamente à questão ***“O jogo de construção de um ET motivou-me para ver toda a exposição; a explorar a exposição com mais atenção e/ou a ler a informação com mais atenção.”***

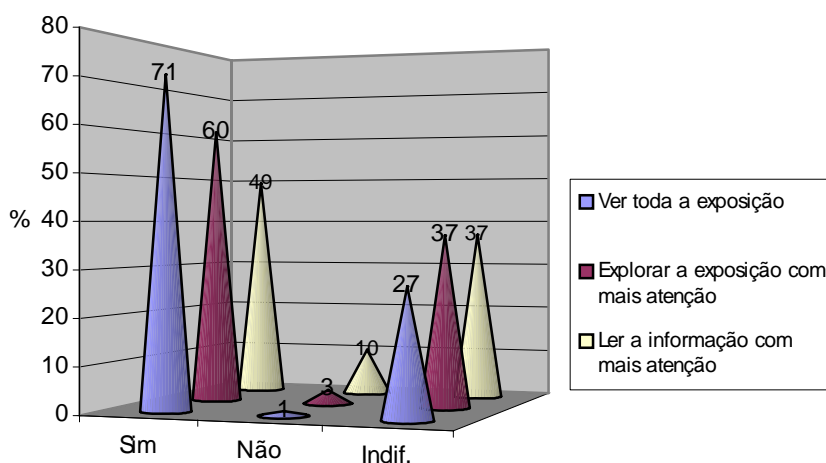


Figura 28 – Gráfico representativo do estímulo do ET (%)

Para a maioria dos visitantes o jogo da construção de um ET incentivou-os a ver a exposição com mais atenção. Embora esta função não fizesse parte dos atributos do ET quando da concepção da exposição, constatámos pelas respostas dadas pelos visitantes que ele além de funcionar como elemento integrador de toda a exposição, auxiliava também os visitantes a sentirem-se motivados a interagir com os módulos. Relativamente à hipótese de os motivar a ler a informação disponível com mais atenção, embora também uma parte significativa dos visitantes referisse que tinha contribuído para essa função, levanta-nos algumas dúvidas quando comparamos estes resultados com os obtidos na observação directa.

Relativamente à questão *“O jogo de construção do ET não me permitiu explorar a exposição como desejava”*.

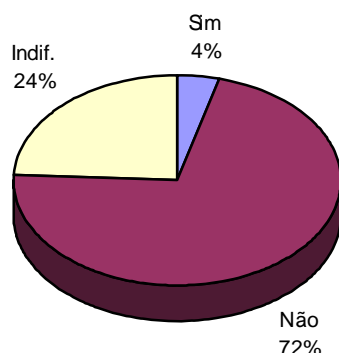


Figura 29 - Interferência do ET na visita (%)

Para a maior parte dos visitantes o jogo de construção do ET não constituiu um factor de “ruído” que os prejudicasse na exploração da exposição. Esta informação corrobora a informação obtida com a análise dos dados da pergunta anterior.

Relativamente à questão *“A associação de uma nova tecnologia com uma solução artesanal parece-me feliz”*.

Tabela 1 – Opções de resposta dos visitantes à questão anterior

Visitantes	Sim	Não	Indiferente
Nº	63	0	7
%	90	0	10

A maioria dos visitantes considerou que a opção tomada na concepção do ET foi uma solução feliz.

Relativamente à questão *“Quando construí o meu ET”*.

Tabela 2 – Opções de resposta dos visitantes à questão anterior

Visitantes	Depois de explorar a exposição	Antes de explorar a exposição	Durante a exploração da exposição

Nº	26	0	44
%	37	0	63

Para fazerem as opções conducentes ao seu ET, a maioria dos visitantes fizeram-no à medida que iam interagindo com os módulos. Este facto foi corroborado pelos dados obtidos na observação directa a que alguns visitantes foram sujeitos pois nessas observações, a maioria dos visitantes também fazia as opções para o seu ET à medida que iam fazendo cada experiência.

Vários visitantes referiram ainda que a placa do ET os auxiliava a orientarem-se na exposição e a saber que parte da exposição já tinham visitado.

1.2 – Resultados do Estudo 2 – Observação de comportamentos

Quem visita uma exposição interactiva de Ciência apercebe-se imediatamente do ambiente de actividade e entusiasmo que envolve os visitantes, especialmente os mais jovens. À medida que vão descobrindo a exposição brincam, riem, dão gargalhadas, manifestam um contentamento que alicia outros a participar nas actividades.

Manifestações de curiosidade, excitação e admiração foram observadas em todos os módulos.

Foi frequente o registo de:

1. expressões orais e faciais tais como:

- "Muito divertido,... que espectáculo";
- "...isto é um espectáculo";
- Estiveram sempre muito divertidos;
- "... fortes gargalhadas " (no módulo essencial vibrar e toca a tactear);
 - ...euforia, gritos de alegria;
- ...muito sorridentes;
- ...gargalhadas e sorrisos

2. comportamentos tais como:

- depois de fazer o seu ET, voltou atrás e ficou a ver os colegas a fazer.;
- depois de imprimirem o ET, voltaram atrás para repetirem as experiências;
- repetição de algumas experiências: essencial vibrar,
- muito interesse, pediu muitas explicações à monitor;
- muito interessado, lê várias vezes os painéis e volta a ler depois de fazer as experiências;
- a criança não queria sair do módulo "descodificar"

O tempo de permanência de um visitante e/ou de um grupo em cada módulo foi muito variável – de alguns segundos a vários minutos. Como para muitos visitantes a existência da exposição era uma surpresa, inúmeras vezes a sua visita era condicionada pelo tempo que tinham disponível. Assim, muitos visitantes voltaram no dia seguinte para visitarem a exposição com mais cuidado e/ou interagirem com os módulos que não tiveram oportunidade no dia anterior. Muitas vezes, vinham acompanhados de familiares e amigos, sendo este um dos meios de divulgação da exposição muito eficaz.

Alguns visitantes, no final da exposição, disseram aos monitores que voltariam no dia seguinte para ver a exposição com mais atenção uma vez que a presença dos filhos não lhes permitiu fazê-lo como desejavam.

Muitos visitantes deram os parabéns ao Exploratório pela exposição referindo que seria importante a sua permanência no *shopping* por mais tempo.

Especialmente nos fins-de-semana, muitas vezes foi necessário impedir o acesso de mais visitantes ao recinto da exposição uma vez que a sua lotação se encontrava completa. A Figura 30 retrata esta situação, nela é visível a fila de pessoas que esperavam pacientemente pela entrada na exposição.



Figura 30 - Entrada para a exposição

Comunicação visual

Módulo 1 – Visível ou invisível

Dos 76 visitantes que se aproximaram do módulo1 a maioria sentiu-se atraído pela experiência. Apenas 8% denotou desinteresse uma vez que observou rapidamente e avançou.

Tabela 3 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 1

	Observa rapidamente e avança	Observa outros a fazer a experiência	Observa outros a fazer a experiência e depois implica-se na experiência	Implica-se na experiência
Nº de Visitantes	6	2	1	67
%	8	3	1	88

Dos 68 visitantes que se implicaram na experiência, a maioria (82%), fê-lo em grupo.

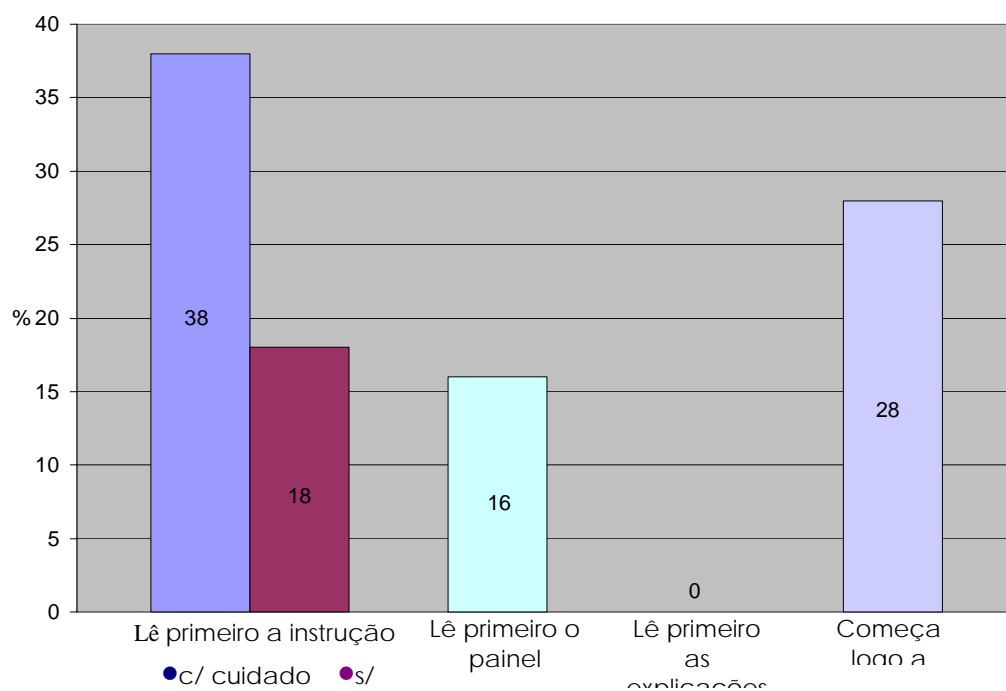


Figura 31 – Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 1 (%)

O comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 1 está descrito no gráfico da figura 31. Verifica-se que a maioria deles lê primeiro a instrução, embora uma pequena parte (16%) leia primeiro o painel.

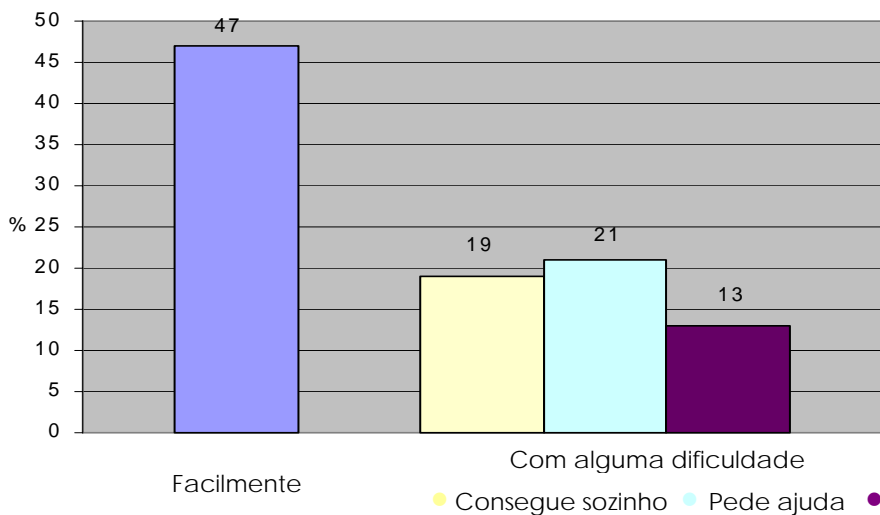


Figura 32 – Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 1 (%)

O manuseamento do módulo 1 foi uma tarefa fácil para uma parte considerável dos visitantes, no entanto a maioria dos visitantes teve alguma dificuldade em a realizar (figura 32).

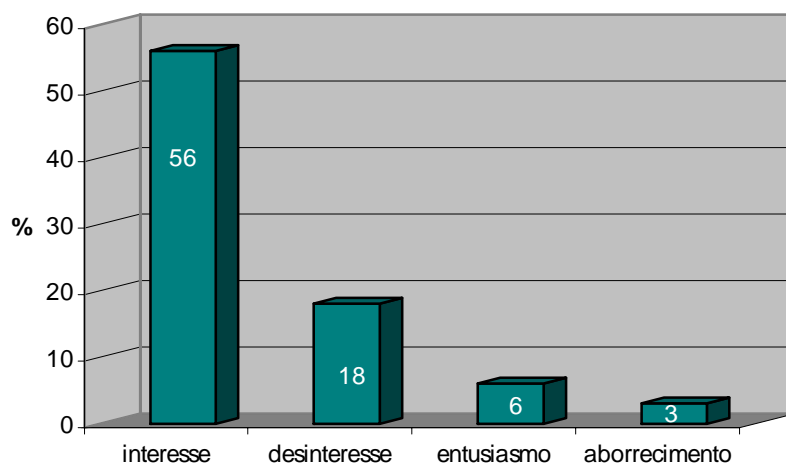


Figura 33 – Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 1 (%)

Para a maioria dos visitantes a exploração do módulo 1 constituiu uma experiência agradável e estimulante (figura 33).

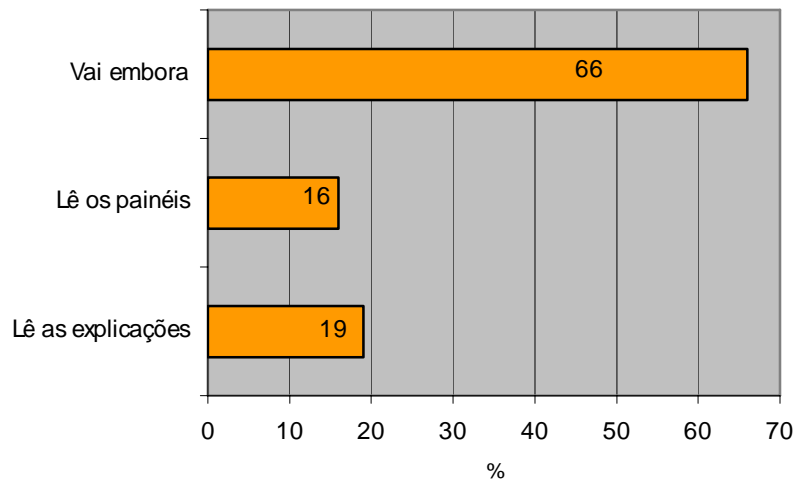


Figura 34 – Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a exploração do módulo 1 (%)

Após a realização da experiência a maioria dos visitantes foi-se embora sem ler os painéis, nem as explicações. Se considerarmos os visitantes que leram os painéis e as explicações, antes e depois de terem realizado a experiência, constatamos que neste módulo apenas 32% dos visitantes leram os painéis e que um número ainda menor, 19%, leram as explicações.

Módulo 2 – Cor e cores

Dos 79 visitantes que se acercaram do módulo 2, a maioria sentiu-se atraído pela actividade. Apenas 4 observaram rapidamente e passaram à frente.

Tabela 4 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 2

	Observa rapidamente e avança	Observa outros a fazer a experiência	Observa outros a fazer a experiência e depois implica-se na experiência	Implica-se na experiência
Nº de Visitantes	4	6	3	66
%	5	8	4	83

Dos 69 visitantes que interagiram com o módulo 2, a maioria deles fê-lo acompanhado; apenas 6 exploraram o módulo sozinhos.

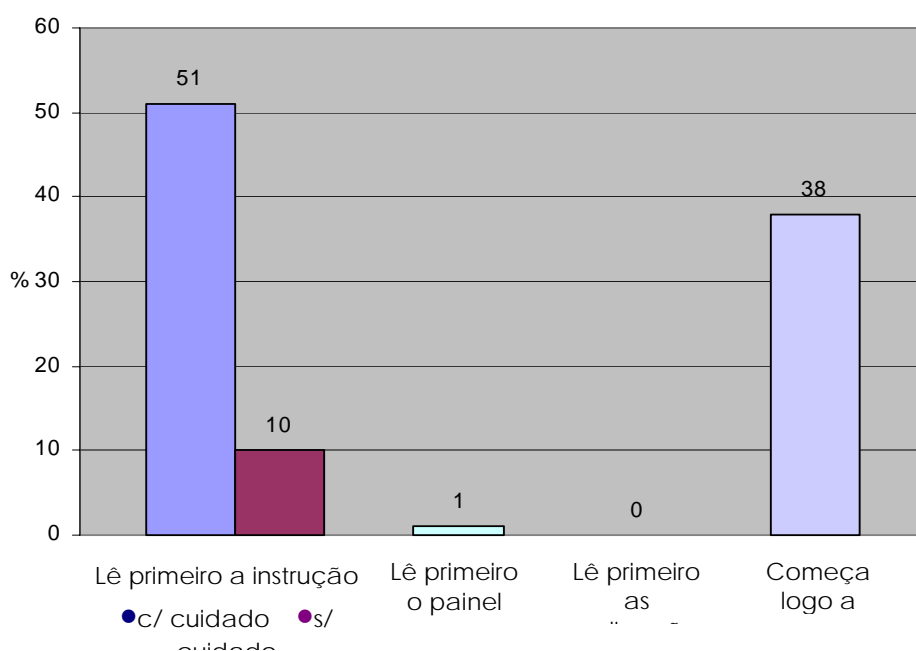


Figura 35 – Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 2 (%)

Antes de começarem a interagir com o módulo “cor e cores” a maior parte dos visitantes leu a instrução, embora uma parte significativa (38%) dos visitantes começasse logo a mexer.

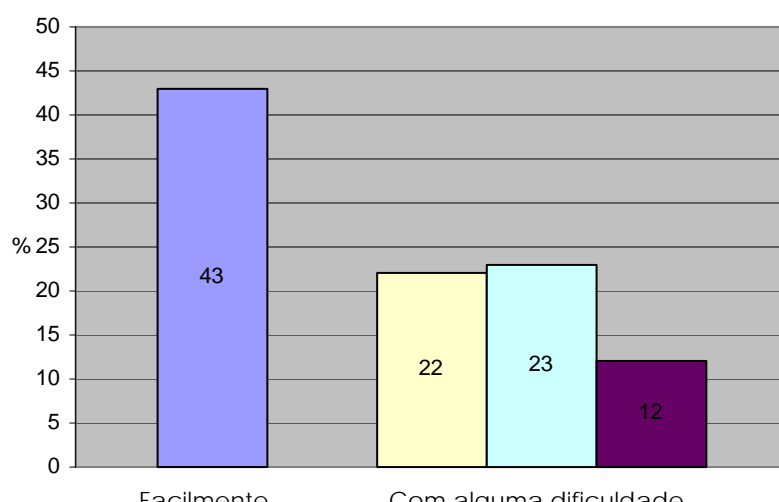


Figura 36 – Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 2 (%)

A percentagem de visitantes que considerou o manuseamento do módulo 2 fácil, foi inferior à que considerou que o manuseamento do módulo 2 apresentava algumas dificuldades. No entanto, 22% dos visitantes conseguiram ultrapassar a dificuldade inicial sem ajuda e realizar a actividade.

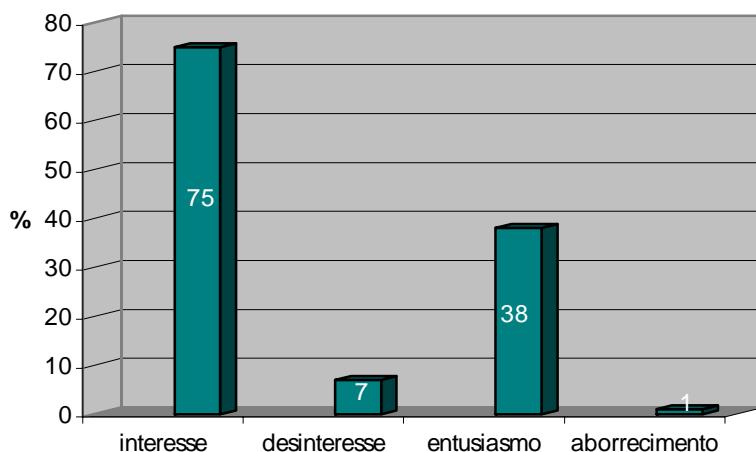


Figura 37 – Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 2 (%)

Para a maioria dos visitantes, a interacção com o módulo 2 foi uma fonte de prazer e regozijo.

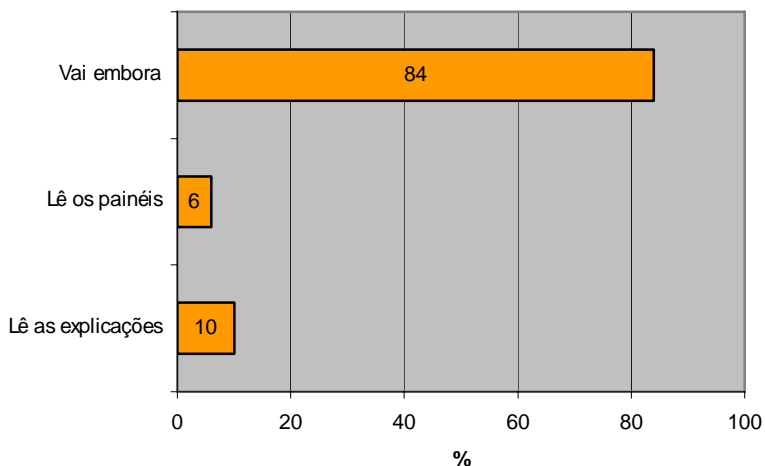


Figura 38 – Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a exploração do módulo 2 (%)

O comportamento dos visitantes após a sua intersecção com o módulo “cor e cores”, está descrita no gráfico da figura 38. A maioria dos visitantes abandonou o local sem ler as explicações ou os painéis. Relativamente à leitura da informação contida nos painéis e nas explicações (considerando o antes e depois da realização da experiência) constatamos que neste módulo apenas 7 % dos visitantes leram os painéis e 10 %, leram as explicações. Contrariamente ao que aconteceu no módulo 1, os visitantes leram mais as explicações do módulo 2 do que leram os painéis.

Módulo 3 – Com olhos de ver

Sentiram-se atraídos pelo módulo “com olhos de ver”, 78 visitantes dos 97 que foram sujeitos a observação. Destes apenas 8% não se interessaram pela experiência uma vez que observaram rapidamente e avançaram.

Tabela 5 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 3

	Observa rapidamente e avança	Observa outros a fazer a experiência	Observa outros a fazer a experiência e depois implica-se na experiência	Implica-se na experiência
Nº de Visitante	6	3	1	73
%	8	4	1	94

Dos visitantes que se implicaram (74 visitantes) na experiência a maioria (88%) fê-lo em grupo.

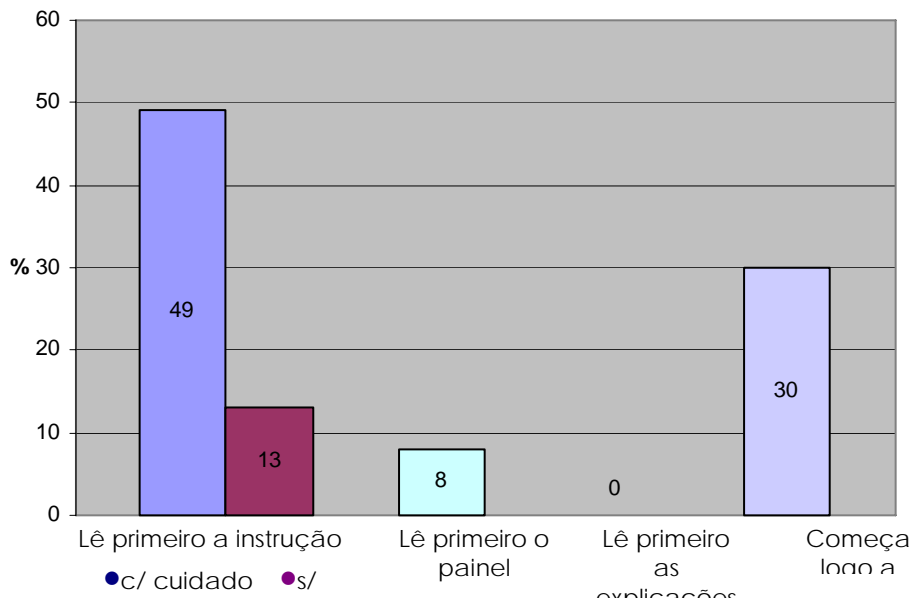


Figura 39 – Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 3 (%)

O comportamento dos visitantes quando começam a interagir com o módulo “com olhos de ver” está descrito no gráfico da figura 39. Verifica-se que a maioria deles lê primeiro as instruções, embora 30% dos visitantes comece logo a mexer.

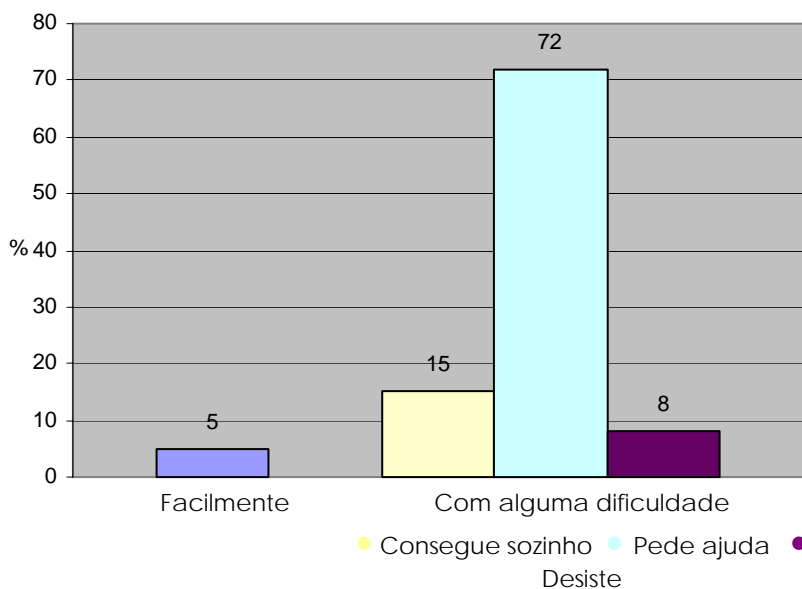


Figura 40 – Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 3 (%)

No manuseamento do módulo 3 apenas 20% dos visitantes conseguiu realizar a actividade sem ajuda, tal facto parece mostrar que a actividade proposta têm um elevado grau de dificuldade.

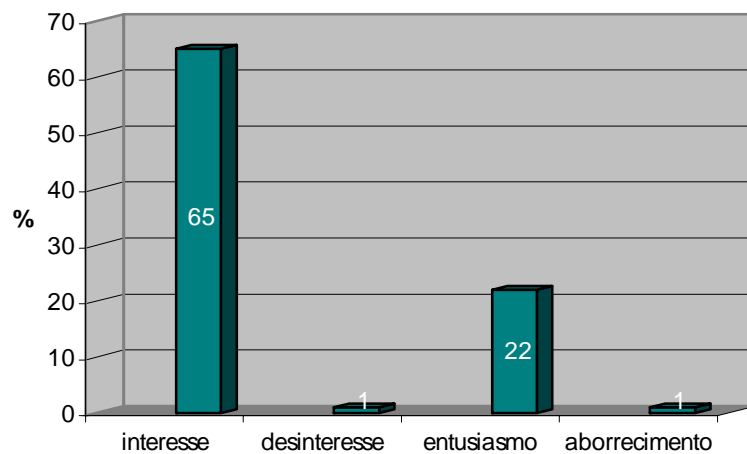


Figura 41 – Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 3 (%)

As emoções manifestadas pelos visitantes durante a realização da experiência do módulo 3 estão descritas no gráfico da figura 41. Para a maioria dos visitantes, apesar da complexidade que a actividade parece ter, constituiu uma experiência agradável e estimulante.

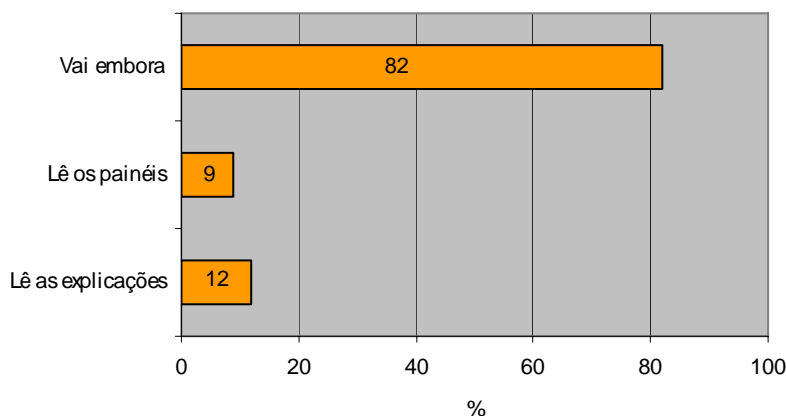


Figura 42 – Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a realização da experiência 3 (%)

Após a realização da experiência a maioria dos visitantes abandonou o local sem ler os painéis ou as explicações. Se considerarmos os visitantes que leram os painéis e as explicações, antes e depois de terem realizado a actividade, verificamos que apenas 17% dos visitantes leram os painéis e que um número ainda menor, 12%, leram as explicações.

Módulo 4 – Essencial vibrar

Aproximaram-se do módulo “essencial vibrar” 71 visitantes dos 97 que foram sujeitos a observação. Praticamente todos os visitantes se sentiram cativados pela actividade proposta, uma vez que apenas 2 visitantes decidiram avançar para outro módulo.

Tabela 6 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 4

	Observa rapidamente e avança	Observa outros a fazer a experiência	Observa outros a fazer a experiência e depois implica-se na experiência	Implica-se na experiência
Nº de Visitantes	2	7	6	56
%	3	10	8	79

Dos 62 visitantes que se implicaram na experiência, 52 fizeram-no acompanhados.

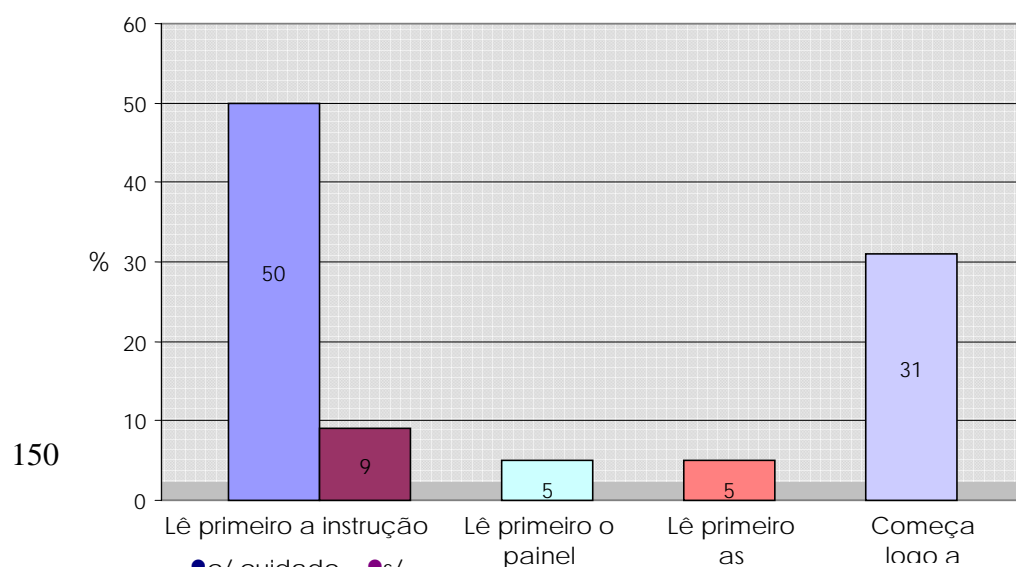


Figura 43 – Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 4 (%)

Antes de começarem a realizar a experiência proposta mais de metade dos visitantes leram as instruções. Contrariamente ao que aconteceu nos módulos anteriores 5% dos visitantes leram primeiro as explicações antes de iniciarem

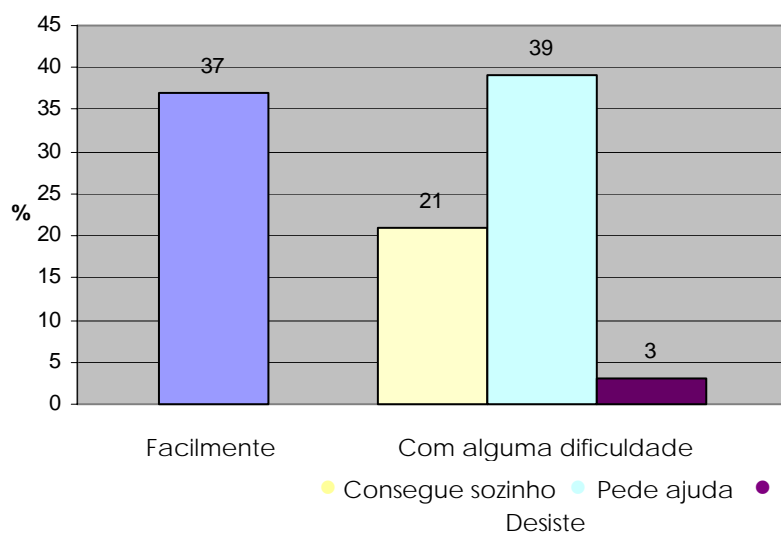


Figura 44 – Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 4 (%)

A maioria dos visitantes não conseguiu facilmente realizar a actividade proposta, embora 58% dos visitantes a conseguisse fazer sem ajuda. Este facto parece mostrar que a actividade revela um grau médio de complexidade.

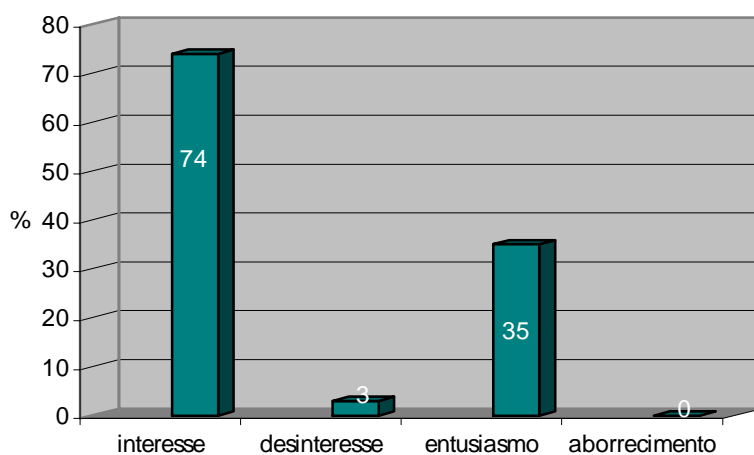


Figura 45 - Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 4 (%)

Para a maioria dos visitantes a realização da actividade 4 foi uma experiência gratificante. Apenas 3% dos visitantes revelaram desinteresse pela experiência, não acabando a sua execução.

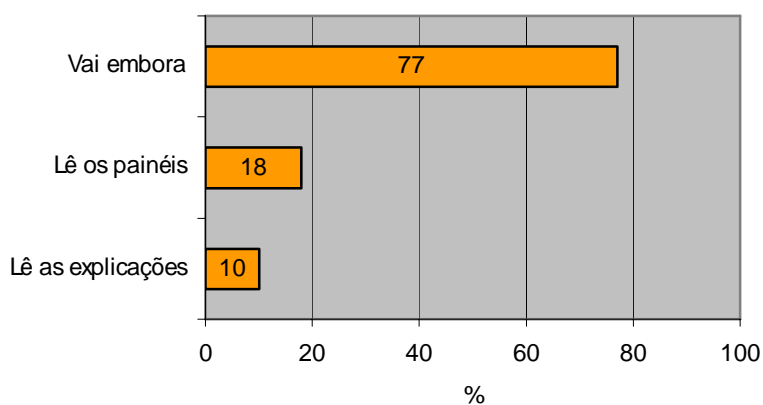


Figura 46 - Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a realização da experiência 4 (%)

O comportamento dos visitantes após a realização da experiência está descrito no gráfico 18. Se tivermos em conta os visitantes que leram os painéis e as explicações, antes e depois de terem realizado a actividade,

verificamos que 23% dos visitantes leram os painéis e que um número menor, 15%, leram as explicações.

Módulo 5 – Fracções de música

Dos 76 visitantes que se aproximaram do módulo 5 todos, excepto 1, se interessaram pela a experiência.

Tabela 7 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 5

	Observa rapidamente e avança	Observa outros a fazer a experiência	Observa outros a fazer a experiência e depois implica-se na experiência	Implica-se na experiência
Nº de Visitante	1	8	10	57
%	1	11	13	75

Dos visitantes que se implicaram na experiência (67 visitantes) a maioria (88%), fê-lo em grupo.

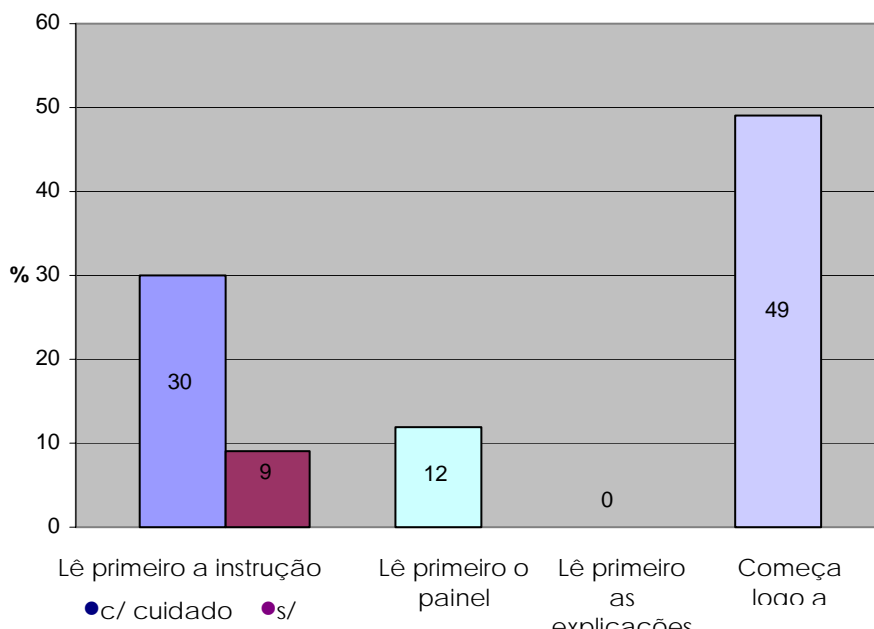


Figura 47 – Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 5 (%)

O comportamento dos visitantes quando começaram a interagir com o módulo “fracções de música” está descrito no gráfico 19. Apenas 39% dos visitantes leram as instruções, quase metade dos visitantes começaram logo a mexer.

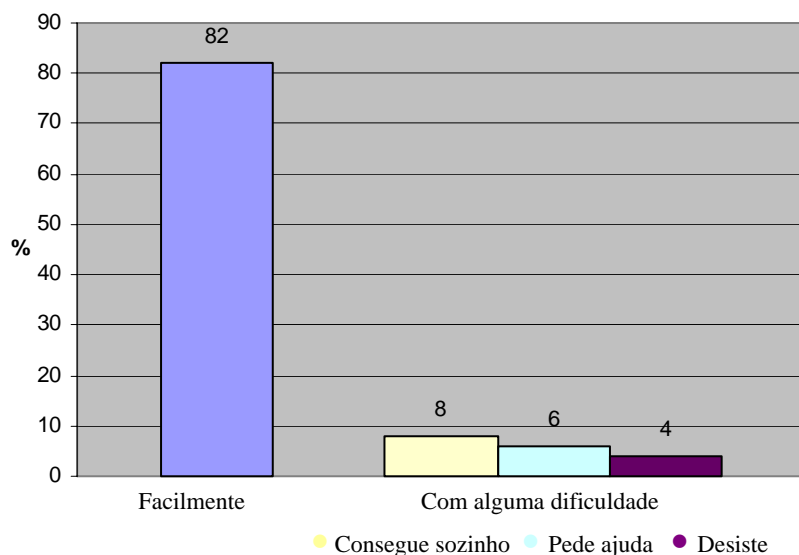


Figura 48 – Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 5 (%)

No manuseamento do módulo 5 a maior parte dos visitantes conseguiu realizar a actividade sem ajuda. Se tivermos em conta este dado e o facto de só 39% dos visitantes terem lido as instruções do módulo, parece-nos poder dizer que a actividade proposta apresenta um grau de dificuldade bastante baixa.

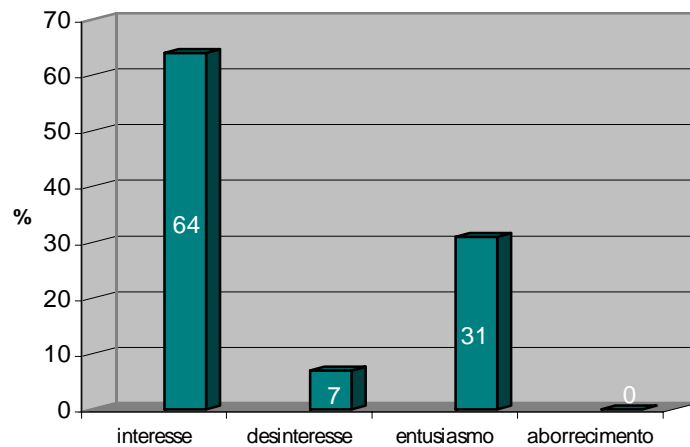


Figura 49 – Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 5 (%)

Para a maioria dos visitantes a exploração do módulo “fracções de música” constituiu uma experiência de grande satisfação pessoal. Vários visitantes com conhecimentos musicais, passaram vários minutos a comporem melodias elaboradas.

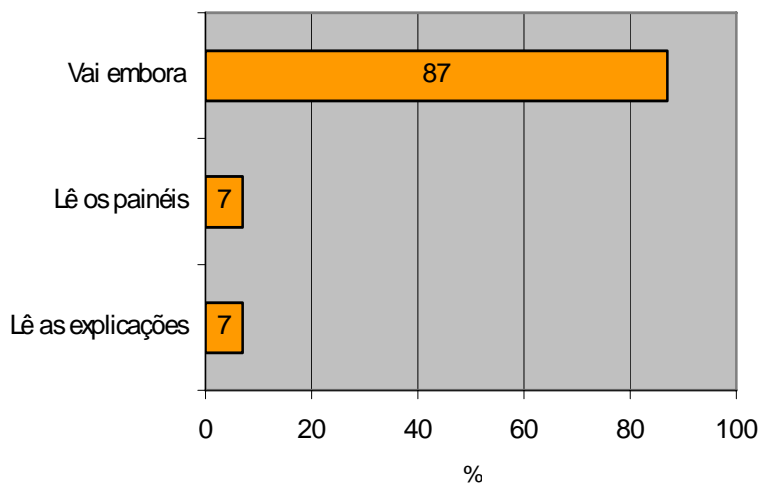
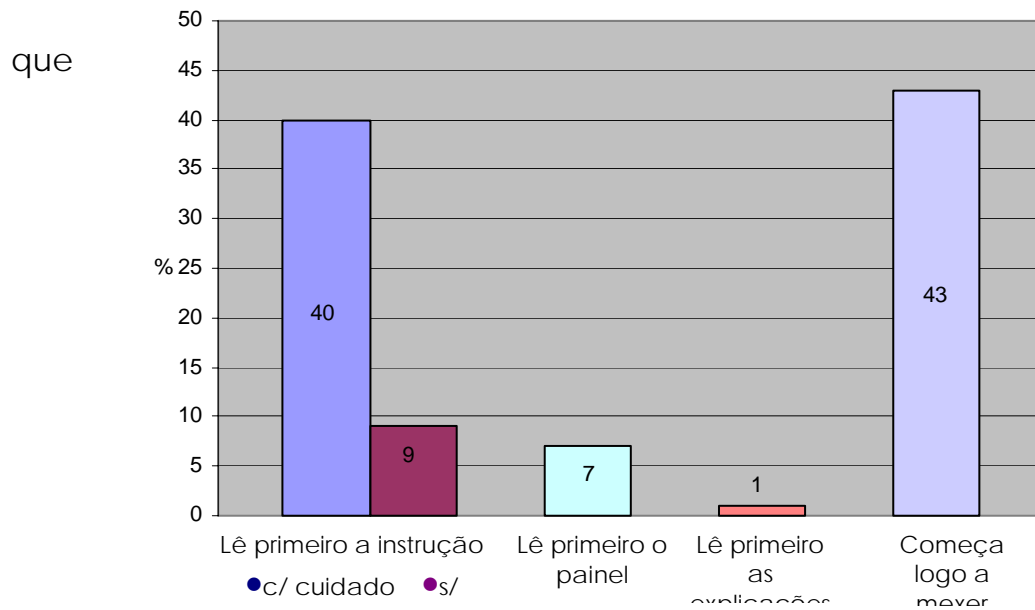


Figura 50 – Gráfico representativo ao comportamento dos visitantes após a realização da experiência 5 (%)

O comportamento dos visitantes após a realização da actividade está descrito no gráfico 50. Se considerarmos os visitantes que leram os painéis e as explicações antes e depois de terem feito a experiência, verificamos



apenas 19% dos visitantes leu os painéis e que um número ainda menor, 7%, leram as explicações.

Módulo 6 – Saber ouvir

Praticamente todos os visitantes que se acercaram do módulo “saber ouvir” (72 visitantes) se sentiram atraídos pela actividade. Apenas um, observou rapidamente e avançou.

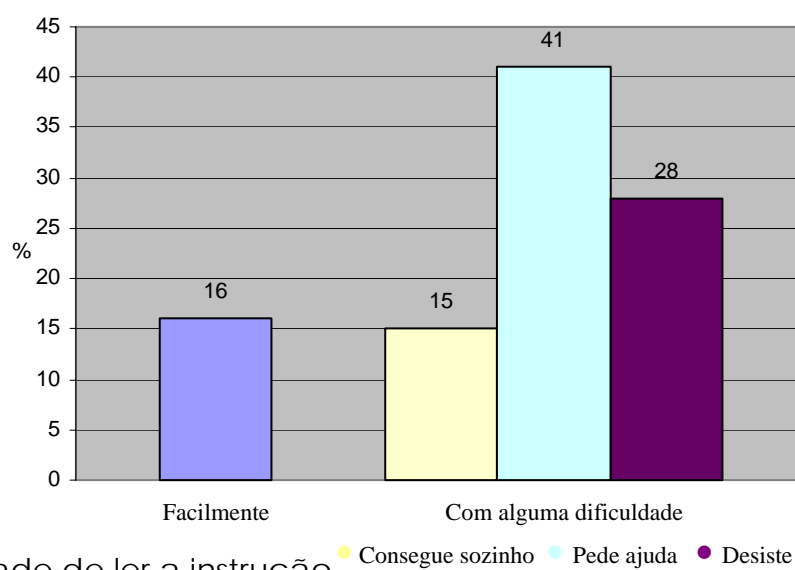
Tabela 8 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 6

	Observa rapidamente e avança	Observa outros a fazer a experiência	Observa outros a fazer a experiência e depois implica-se na experiência	Implica-se na experiência
Nº de Visitante	1	3	0	68
%	1	4	0	94

Dos 68 visitantes que se envolveram na experiência a maioria (81%), fê-lo em grupo.

Figura 51 – Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 6 (%)

O comportamento dos visitantes quando iniciam a actividade proposta, está descrita no gráfico da figura 51. Verifica-se que quase metade dos visitantes lê as instruções. Há também um número considerável de visitantes que começa logo a mexer. Pela observação constatou-se que alguns visitantes (10) depois de começarem logo a



mexer,
sentiram

necessidade de ler a instrução.

● Consegue sozinho ● Pede ajuda ● Desiste

Figura 52 – Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 6 (%)

Relativamente ao modo como manusearam o módulo 6, apenas 16% conseguiram fazê-lo facilmente. A percentagem de visitantes que não concluiu a actividade por desistência, foi mais elevada que nos módulos anteriores. Esta situação provavelmente, está relacionada com o grau elevado de complexidade do módulo, que apresenta várias experiências interrelacionadas e sequenciais.

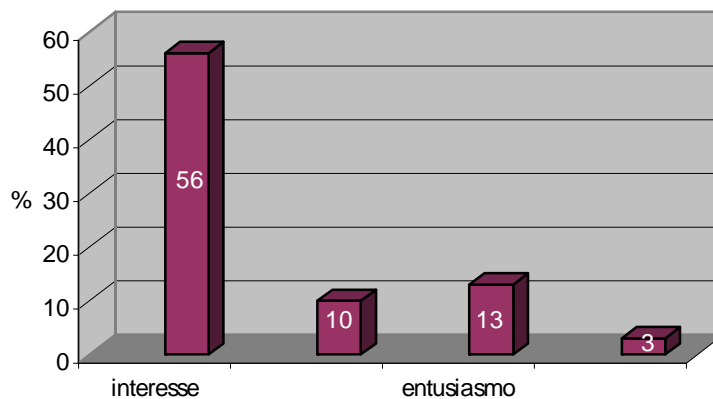
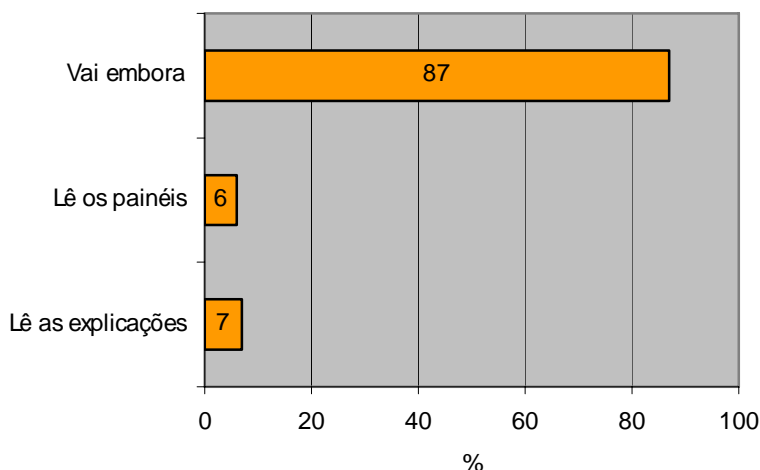


Figura 53 – Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 6 (%)

As emoções manifestadas pelos visitantes durante a exploração do



módulo 6 estão descritas no gráfico da figura 53. Salientamos que o grau de interesse e entusiasmo manifestado pelos visitantes nesta actividade, foi inferior ao dos módulos atrás referenciados.

Figura 54 – Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a realização da experiência 6 (%)

Após a realização da experiência a maioria dos visitantes abandonou o local sem ler os painéis ou as explicações. Relativamente à leitura da informação contida nos painéis e nas explicações (antes e depois da realização da actividade), constatamos que neste módulo, apenas 13% dos visitantes leram os painéis e que um número ainda menor, 8%, leram as explicações.

Módulo 7 – Toca a tactear

Sentiram-se atraídos pelo módulo “toca a tactear”, 80 visitantes dos 97 que foram sujeitos a observação.

Tabela 9 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 7

	Observa rapidamente e avança	Observa outros a fazer a experiência	Observa outros a fazer a experiência e depois implica-se na experiência	Implica-se na experiência
Nº de Visitante	4	6	3	67

%	5	7	4	84
---	---	---	---	----

Dos 70 visitantes que se implicaram na experiência a maioria (81%), fê-lo em g

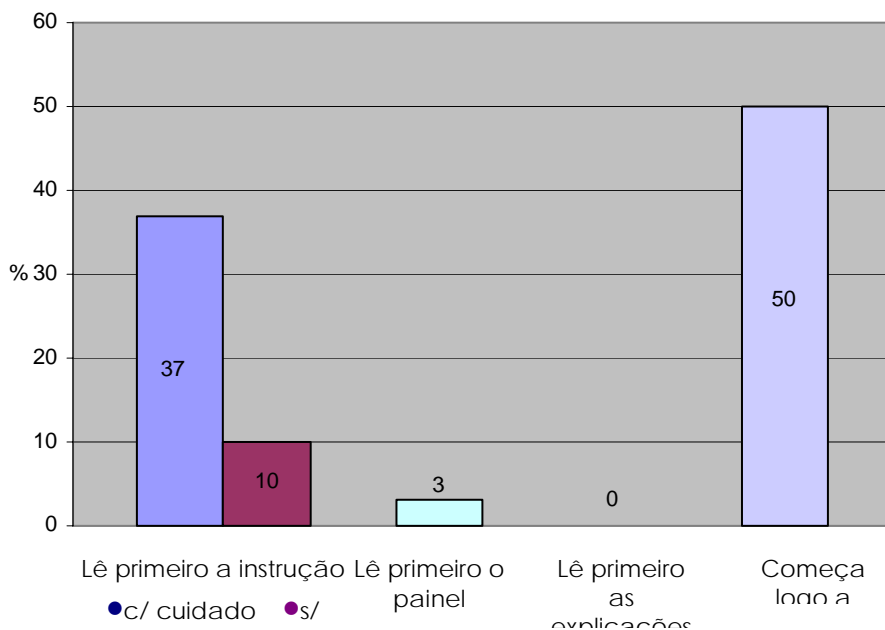


Figura 55 – Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 7 (%)

O comportamento dos visitantes quando começou a realizar a actividade proposta, está exposta no gráfico da figura 55. Metade dos visitantes começou logo a mexer, sem lerem previamente as instruções.

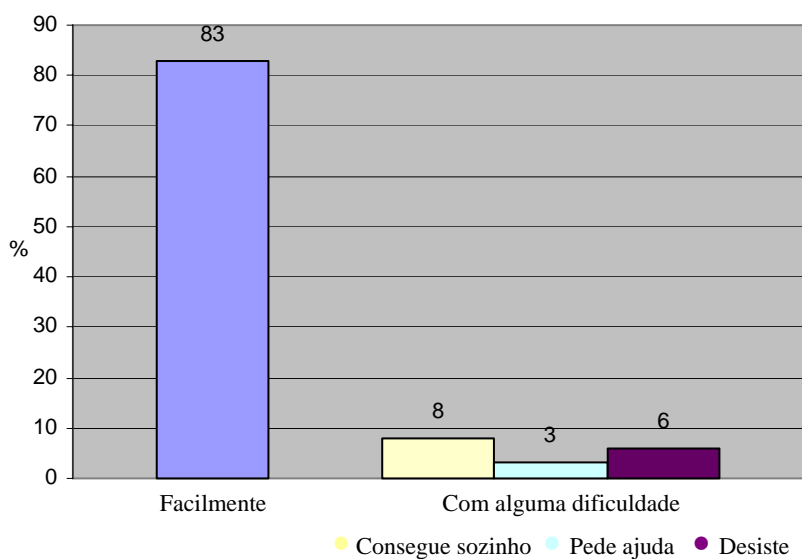


Figura 56 – Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam no módulo 7 (%)

A maior parte dos visitantes conseguiu realizar facilmente a actividade proposta. Tendo em conta este dado e o facto de metade dos visitantes não ter lido as instruções antes de iniciar a experiência, parece-nos poder dizer que a actividade apresenta um grau de dificuldade bastante baixa.

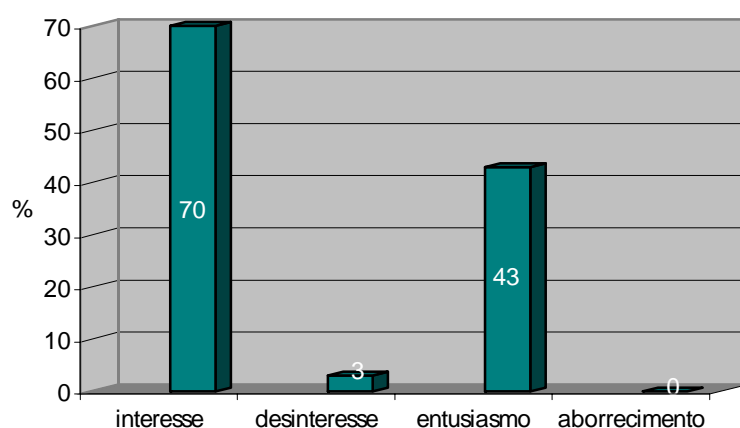


Figura 57 - Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 7 (%)

Para a maioria dos visitantes a exploração do módulo 7 foi uma fonte de prazer e regozijo. Foram diversos os gestos, movimentos e expressões de contentamento evidenciados pelos visitantes.

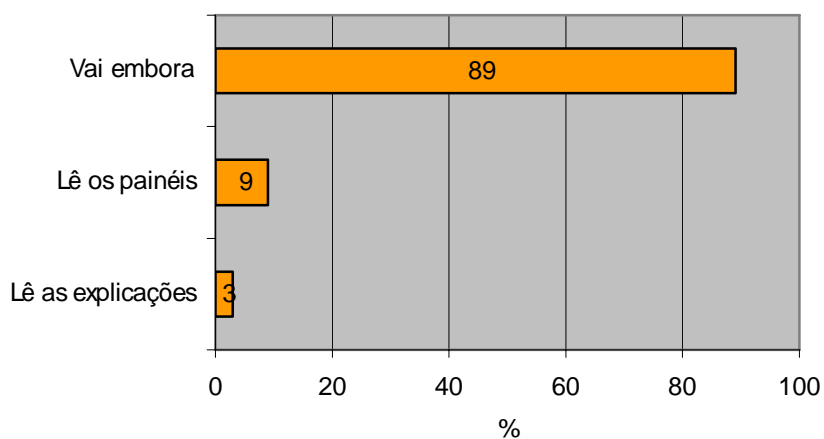


Figura 58 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes após a realização da experiência 7 (%)

O comportamento dos visitantes quando começar após a realização da actividade proposta, está descrita no gráfico da figura 58. Se tivermos em conta os visitantes que leram os painéis e as explicações, antes e depois de terem realizado a actividade, verificamos que 12% dos visitantes leram os painéis e só 3%, leram as explicações.

Módulo 8 - Descodificar

Aproximaram-se do módulo “descodificar” 63 visitantes dos 97 que foram sujeitos a observação. Apenas 4% denotou desinteresse uma vez que observou rapidamente e avançou.

Tabela 10 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 8

	Observa rapidamente e avança	Observa outros a fazer a experiência	Observa outros a fazer a experiência e depois implica-se na experiência	Implica-se na experiência
Nº de Visitante	4	12	2	45
%	6	19	3	71

Dos 47 visitantes que se implicaram na experiência a maioria (89%), fê-lo em grupo; apenas 11% explorou o módulo sozinho.

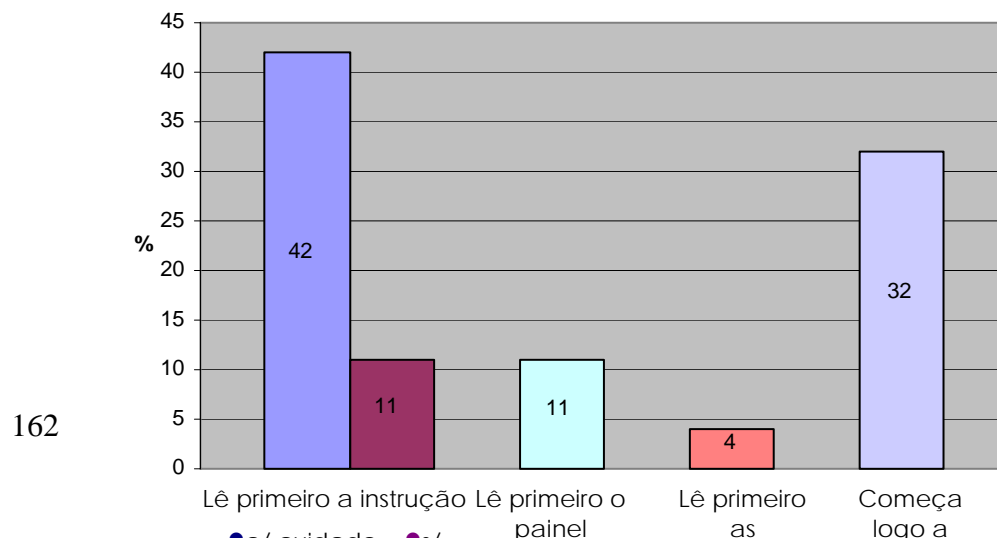


Figura 59 - Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 8 (%)

O comportamento dos visitantes quando começar a realizar a actividade proposta, está referida no gráfico da figura 59. A maior parte dos visitantes leu primeiro a instrução antes de começar a fazer a activida

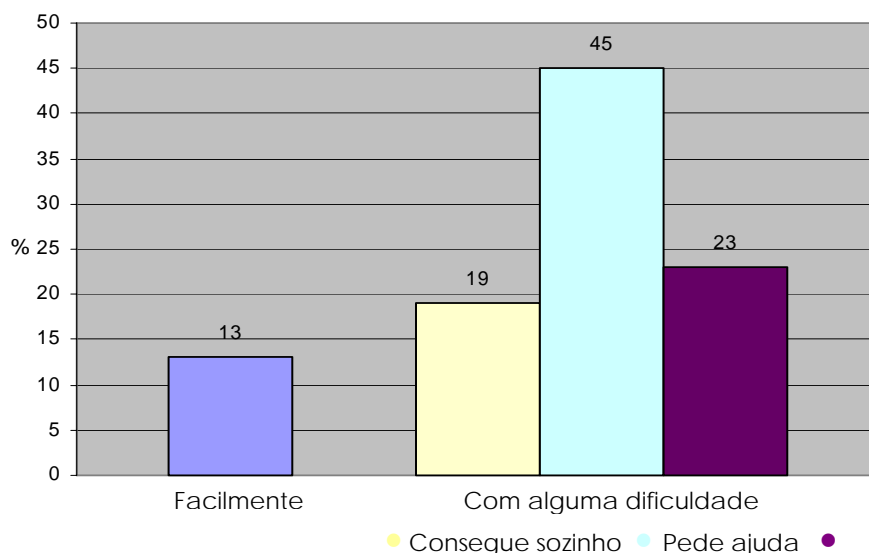


Figura 60 – Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 8 (%)

Relativamente ao modo como os visitantes manusearam o módulo 8, apenas 13% o fizeram facilmente. Quase metade dos visitantes necessitou de ajuda para realizar a experiência, tal facto parece mostrar que a actividade proposta tem um elevado grau de complexidade. Durante as observações efectuadas constatámos que alguns visitantes não seguíam

as instruções do módulo e encontravam caminhos alternativos de interacção com o módulo muito interessantes.

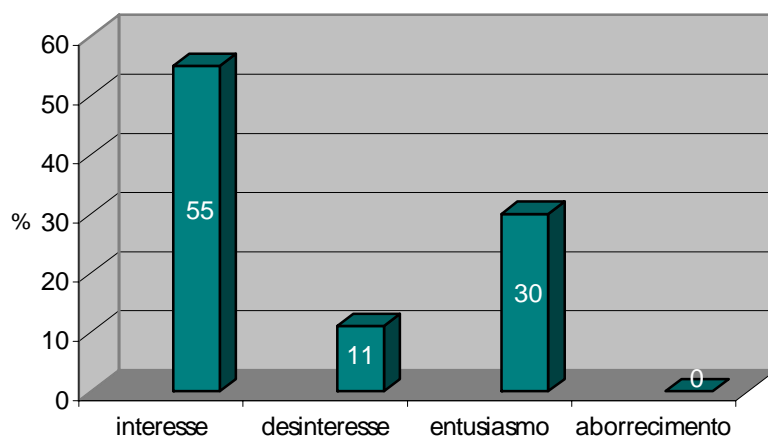


Figura 61 – Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 8 (%)

As emoções manifestadas pelos visitantes durante a exploração do módulo 8 estão referidas no gráfico da figura 61. A actividade foi interessante para a maior parte dos visitantes.

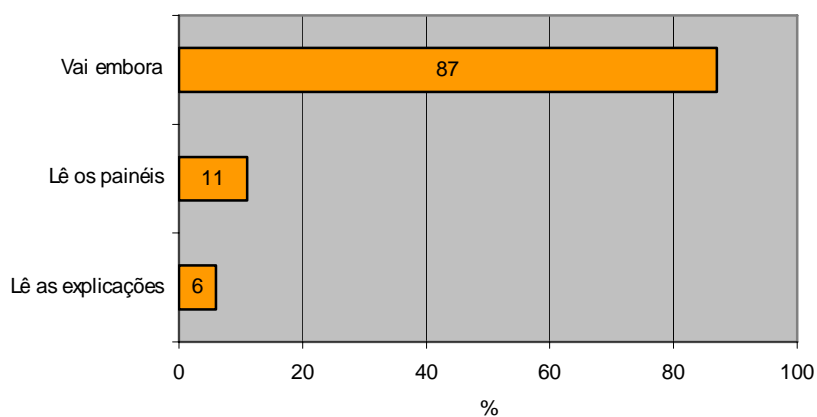


Figura 62 – Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a realização da experiência 8 (%)

Após a realização da experiência a maioria dos visitantes abandonou o local sem ler os painéis, nem as explicações. Neste módulo, se considerarmos o momento antes e o momento depois da actividade,

verificamos que 22% dos visitantes leram os painéis e 10%, leram as explicações.

Módulo 9 – Cheirar é preciso

Aproximaram-se do módulo “cheirar é preciso” 78 visitantes dos 97 que foram sujeitos a observação. Todos os visitantes se sentiram cativados pela actividade proposta, implicando-se na experiência ou observando outros a interagir.

Tabela 11 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 9

	Observa rapidamente e avança	Observa outros a fazer a experiência	Observa outros a fazer a experiência e depois implica-se na experiência	Implica-se na experiência
Nº de Visitantes	0	2	1	75
%	0	3	1	96

Dos 76 visitantes que se implicaram na experiência a maioria (86%), fê-lo em grupo.

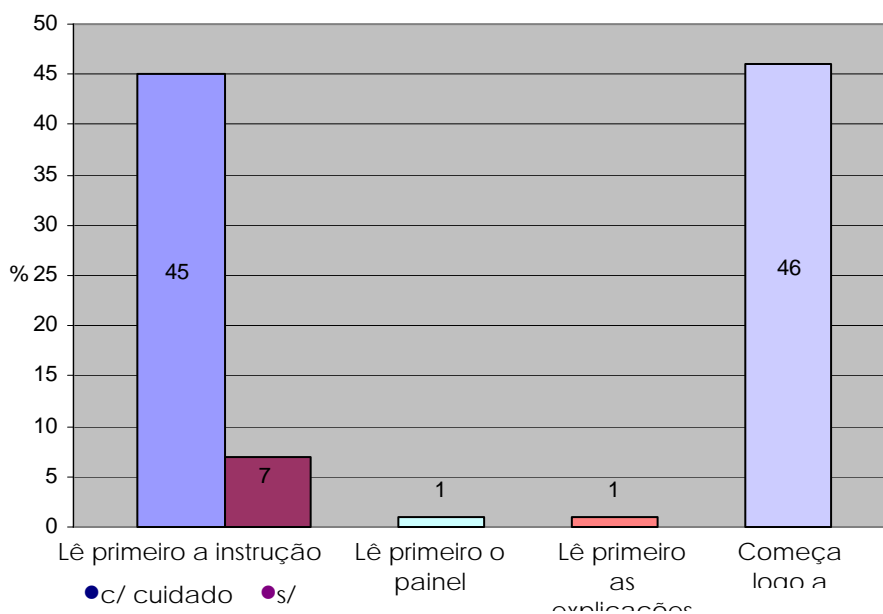


Figura 63 – Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 9 (%)

O comportamento dos visitantes quando começaram a realizar a actividade proposta, está descrita no gráfico da figura 63. A quantidade de visitantes que leram as instruções antes de começar a actividade, foi quase a mesma dos que começaram logo a mexer.

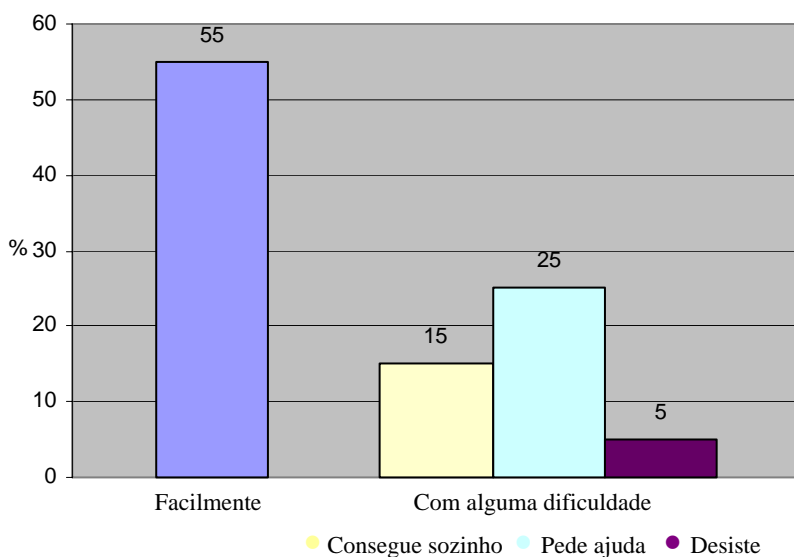


Figura 64 – Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 9 (%)

O manuseamento do módulo 9 foi uma tarefa fácil para a maior parte dos visitantes, uma vez que 70% dos visitantes conseguiram fazer a actividade sem ajuda.

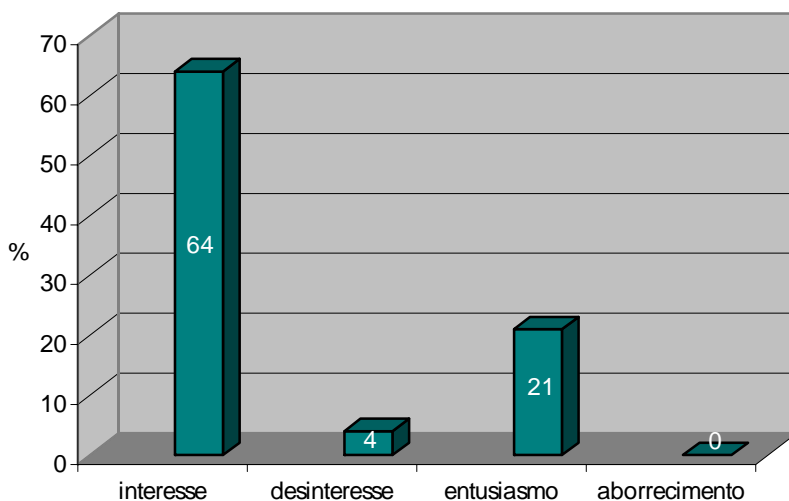


Figura 65 - Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 9 (%)

Para a maioria dos visitantes a exploração do módulo foi uma experiência agradável e prazenteira.

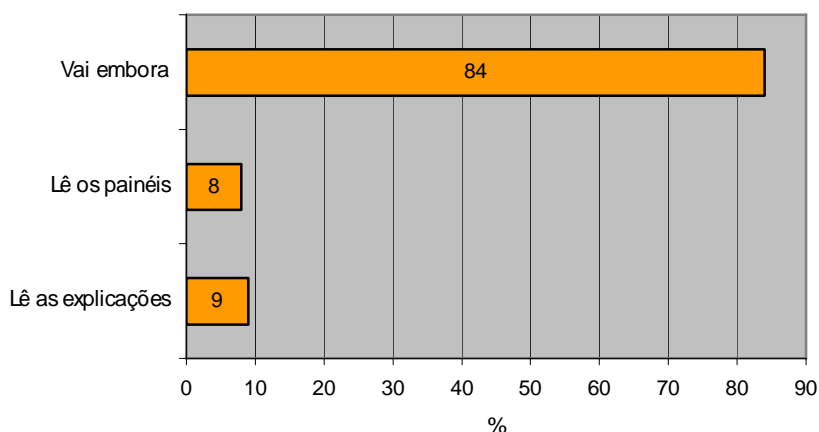


Figura 66 – Gráfico representativo do comportamento dos visitantes após a exploração do módulo 9 (%)

O comportamento dos visitantes após a realização da actividade proposta, está descrita no gráfico da figura 66. Se tivermos em conta os visitantes que leram os painéis e as explicações, antes e depois de terem realizado a actividade, verificamos que 9% dos visitantes leram os painéis e 10%, leram as explicações. Neste módulo houve mais visitantes a lerem as explicações do que os painéis, embora a diferença seja quase insignificante (1%).

Módulo 10 – Prova das provas

Dos 61 visitantes que se acercaram do módulo 10, a maioria sentiu-se atraído pela actividade. 13% manifestaram desinteresse uma vez que observaram rapidamente e foram embora.

Tabela 12 - Comportamento dos visitantes perante o módulo 10

	Observa rapidamente e avança	Observa outros a fazer a experiência	Observa outros a fazer a experiência e depois implica-se na experiência	Implica-se na experiência
Nº de Visitantes	8	3	0	50
%	13	5	0	82

Dos visitantes que se implicaram na experiência a maioria (84%), fê-lo em grupo.

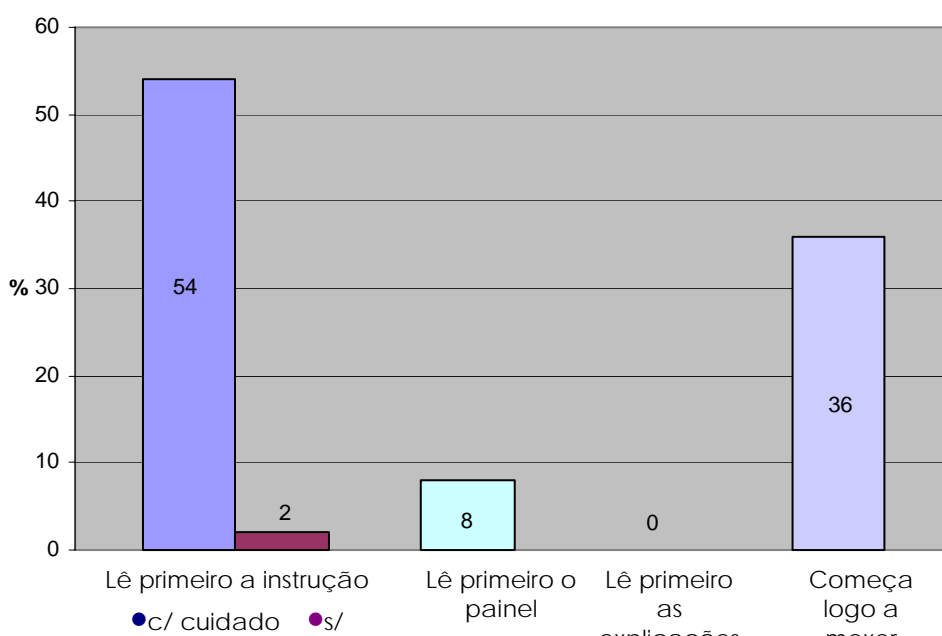
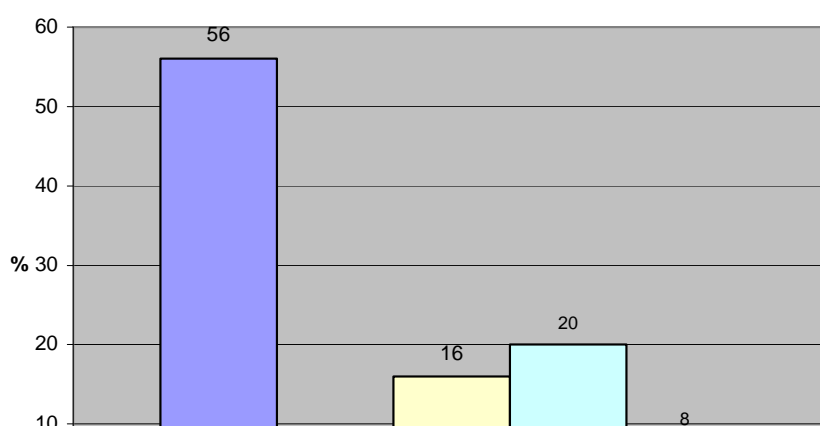


Figura 67 – Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 10 (%)

O comportamento dos visitantes quando iniciam a exploração do módulo 10 está descrito no gráfico da figura 67. Verifica-se que a maioria deles lê primeiro a instrução, embora 36 % comecem logo a mexer.



Facilmente Com alguma dificuldade
 ● Consegue sozinho ● Pede ajuda ● Desiste

Figura 68 - Gráfico representativo do modo como os visitantes manusearam o módulo 10 (%)

Conseguiram realizar a actividade proposta sem ajuda 72% dos visitantes. Embora 16% destes revelassem alguma dificuldade.

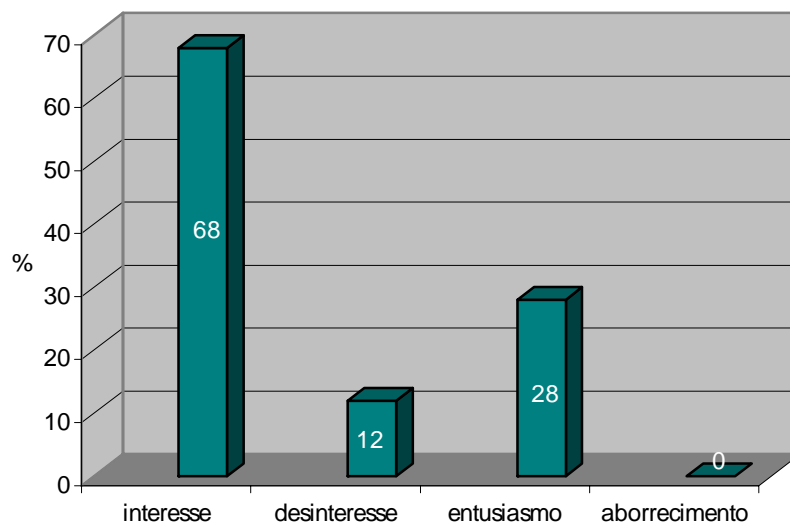


Figura 69 - Gráfico representativo das emoções manifestadas pelos visitantes no módulo 10 (%)

Para a maioria dos visitantes a exploração do módulo “prova das provas” foi uma experiência agradável e entusiasmante.

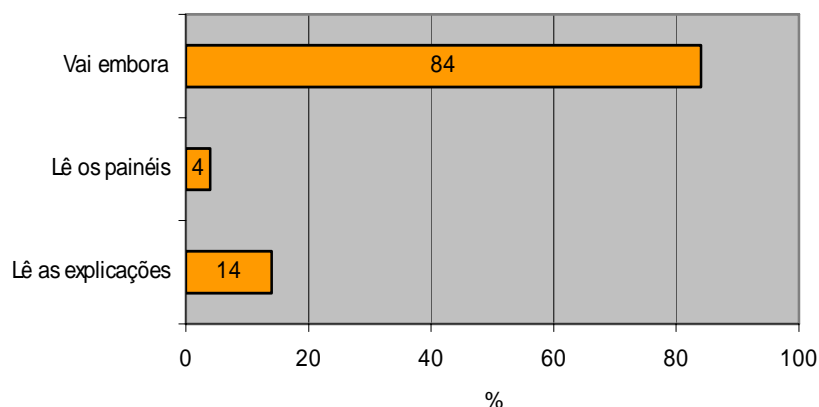


Figura 70 – Gráfico relativo ao comportamento dos visitantes após a exploração do módulo 10 (%)

O comportamento dos visitantes após a realização da actividade proposta, está descrita no gráfico 42. Se tivermos em conta os visitantes que leram os painéis e as explicações, antes e depois de terem realizado a actividade, verificamos que 12% dos visitantes leram os painéis e 14%, leram as explicações.

1.3 – Resultados do Estudo 3 – Questionários sobre a informação contida nos painéis e nas explicações

Questionários

Dum total de 253 tiras distribuídas pelos visitantes do **grupo experimental**, 165 eram relativas às informações contidas nos painéis e 88 relativas às informações contidas nas explicações. Do **grupo de controlo**, 171 visitantes responderam ao questionário relativo às informações contidas no painel e 115 responderam ao questionário sobre as explicações.

As médias das pontuações (em %) que foram atingidas no questionário¹³, para cada grupo, estão indicadas no gráfico da Figura 71.

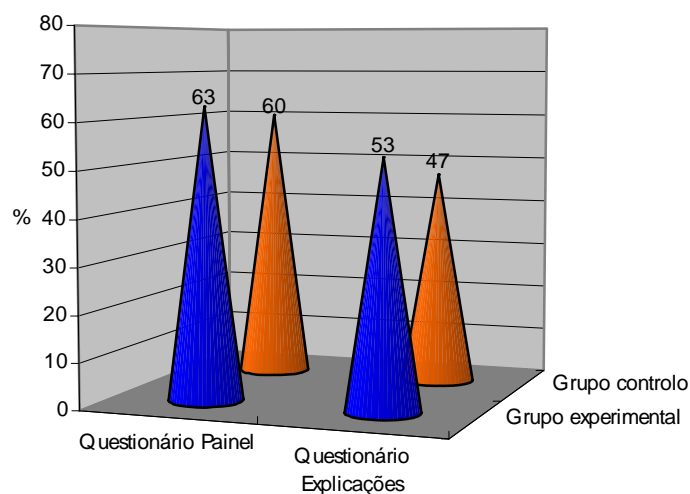


Figura 71 – Gráfico relativo ao total de respostas correctas dos visitantes ao questionário (%)

Verifica-se que maior número de visitantes do **grupo experimental** acertou nas respostas às perguntas dos painéis e das explicações, do que do **grupo controlo**, embora a diferença não seja muito acentuada, 3% no caso dos painéis, 6% no caso das explicações.

No **grupo experimental** houve sempre maior número de visitantes a assinalar a opção correcta em qualquer uma das quatro questões do questionário referente ao painel e às explicações.

No **grupo controlo** isso não aconteceu. No questionário relativo aos painéis (ver figura 18), a resposta correcta à pergunta 2, só foi assinalada em terceiro lugar, só 27% dos visitantes acertaram na resposta. No questionário relativo às explicações (ver anexo 14), a resposta correcta à pergunta 2, só foi a segunda mais assinalada com 29%. Todas as outras respostas correctas, com excepção das acima referidas, foram as mais assinaladas em ambos os questionários.

¹³ A pontuação máxima de cada teste é de 4 pontos, como se indica na página 114.

Tiras

Dum total de 253 tiras distribuídas pelos visitantes do **grupo experimental**, 165 eram relativas às informações dos painéis e 88 às explicações.

Relativamente à análise de respostas correctas dadas pelos visitantes às perguntas da tira os resultados são os descritos no gráfico .

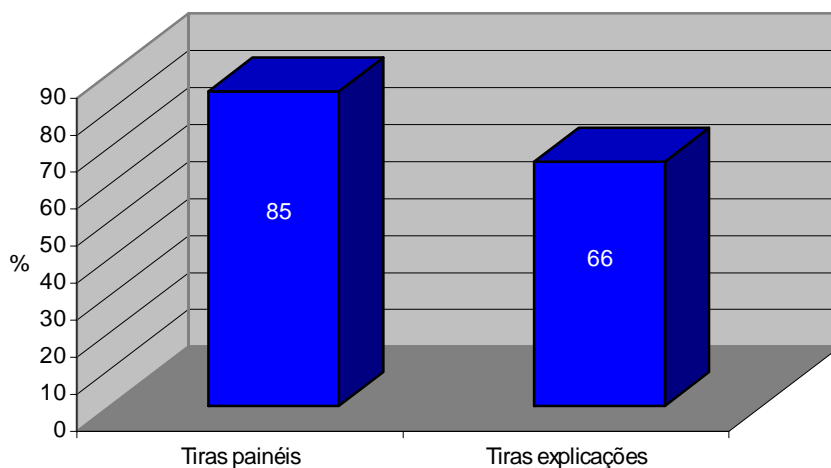


Figura 72 – Gráfico relativo às respostas correctas dos visitantes às perguntas da tira (%)

Constata-se que dos 253 visitantes do **grupo experimental**, a maior parte (198 visitantes) acertou na resposta correcta da tira referente a perguntas do painel e na resposta correcta referente a perguntas das explicações, embora neste caso o número de respostas correctas fosse inferior. De todas as perguntas efectuadas quer em relação a informações do painel, quer a informações das explicações, a resposta correcta foi sempre a mais assinalada.

Confrontados estes resultados com os da observação directa em que se constatava que a maioria dos visitantes não lia as informações escritas da exposição, (apenas 16% dos visitantes liam os painéis e 11% liam as explicações), reconhecemos que o facto de a maioria dos visitantes em qualquer dos grupos acertar as respostas teria de dever-se a outros factores que não a recolha de informação na exposição, distribuíram-se

novamente as mesmas tiras e os mesmos questionários, mas com a tabela “como respondi” de forma a tentarmos encontrar uma explicação para os resultados obtidos.

1.4 – Resultados do Estudo 4 – Questionários sobre a informação contida nos painéis e nas explicações + tabela como respondi

Questionários

Foram recolhidas 76 respostas às tiras distribuídas aos visitantes do **grupo experimental** relativamente a informações contidas nos painéis e 113 relativas a informações contidas nas explicações.

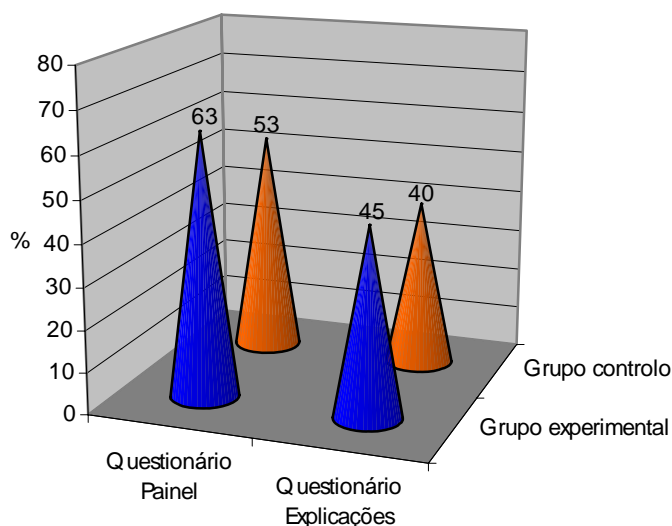


Figura 73 - Gráfico relativo ao total de respostas correctas dos visitantes ao questionário (%)

Do **grupo de controlo**, 78 visitantes responderam ao questionário relativo às informações contidas no painel e 83 responderam ao questionário sobre as explicações.

As médias das pontuações (em %) que foram atingidas no questionário, para cada grupo estão indicadas no gráfico 73. Verifica-se que maior número de visitantes do **grupo experimental** acertou nas

perguntas do questionário dos painéis e das explicações do que do **grupo controlo**. Embora a diferença não seja muito acentuada, 10% no caso dos painéis, 5% no caso das explicações.

No **grupo experimental**, no questionário relativo aos painéis (ver figura 18), a resposta correcta à pergunta 2, só foi assinalada em terceiro lugar, só 24% dos visitantes acertaram na resposta. No questionário relativo às explicações (ver anexo14), a resposta correcta à pergunta 2, só foi a segunda mais assinalada com 33%.

No **grupo controlo** os resultados foram idênticos. No questionário relativo aos painéis (ver figura 18), a resposta correcta à pergunta 2, só foi assinalada em terceiro lugar, com 28% dos visitantes a acertarem na resposta. No questionário relativo às explicações (ver anexo14), a resposta correcta à pergunta 2, só foi a segunda mais assinalada com 31% dos visitantes a assinalarem a resposta correcta. Todas as outras respostas correctas, com excepção das acima referidas, foram as mais assinaladas em ambos os questionários.

A forma como os visitantes disseram que responderam à pergunta da tira está descrita no gráfico 74. As opções mais escolhidas pelos visitantes não foram as que nós gostaríamos que fossem ou seja as “li no painel” e “li na explicação”. Assim os visitantes responderam ao questionário não porque tivessem lido a informação nos painéis ou nas explicações, mas sim pelas outras razões referidas no mesmo gráfico.

Parece-nos poder inferir que a estratégia da distribuição da tira no início da visita não surtiu grande efeito na promoção da leitura das informações contidas nos painéis e nas explicações.

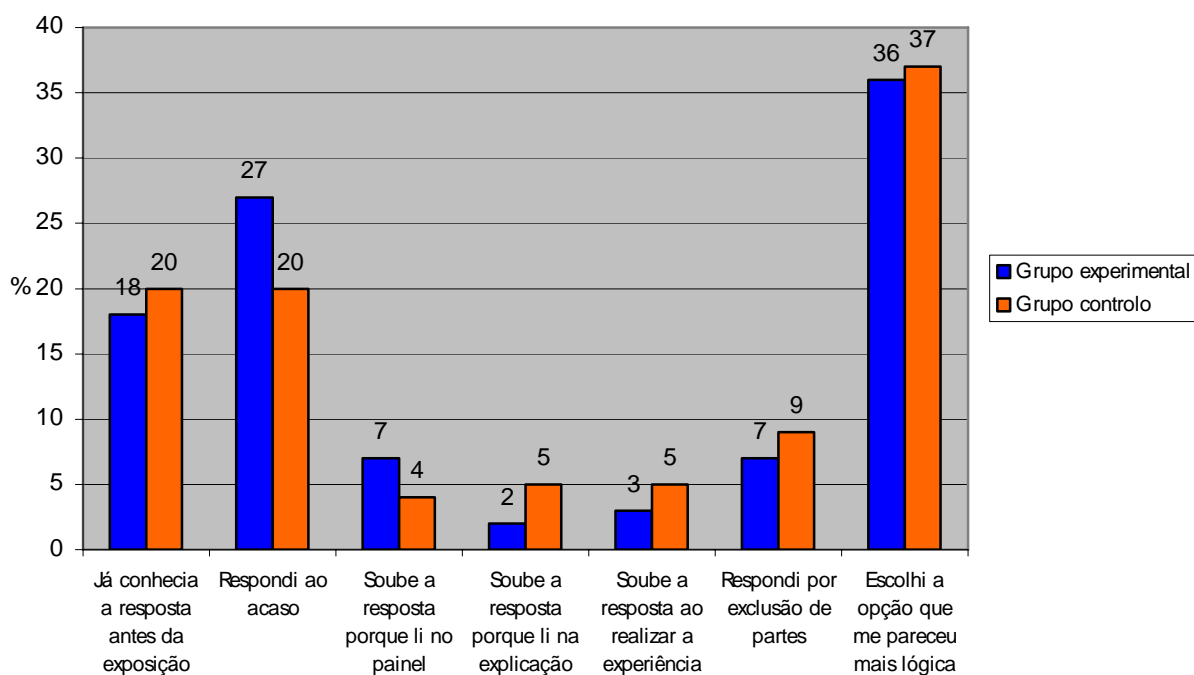


Figura 74 – Gráfico “Como respondi” ao questionário (%)

Tiras

Foram recolhidas 76 respostas às tiras distribuídas aos visitantes do **grupo experimental** relativamente às informações dos painéis e 113 às informações das explicações.

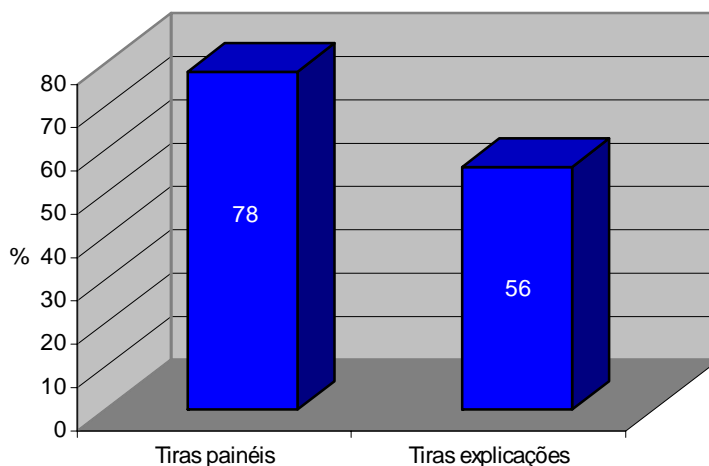


Figura 75 – Gráfico relativo às respostas correctas dos visitantes às perguntas das tiras (%)

Em qualquer dos estudos (3 e 4) a percentagem de escolhas correctas à pergunta da tira foi mais baixa no que se refere às explicações, embora a diferença percentual entre os resultados dos painéis e das explicações seja semelhante nos dois casos (ver figuras 72 e 75). Tal como no estudo 3, de todas as perguntas feitas em relação a informações do painel e a informações das explicações a resposta correcta foi sempre a mais assinalada.

1.5 – Resultados globais dos Estudos 3 e 4

A tabela 13 resume os dados estatísticos relativos às diferenças das médias obtidas nos questionários dos **grupos experimental** e **controlo** para cada um dos suportes informativos, painéis e explicações.

Tabela 13 - Dados estatísticos relativos às diferenças das médias obtidas nos questionários dos grupos experimental e controlo

	Amostra	Número de visitantes	Média (%)	Diferença de médias [(Q) _{GE} - (Q) _{GC}]	<i>t - student</i>
Painéis	GE	241	63	5%	2,21
	GC	249	58		
Explicações	GE	201	50	6%	2,01
	GC	198	44		

O valor *t* obtido para cada situação, excede o valor *t* crítico (1,96) da distribuição *t-student*, para teste *two tailed* para amostras de mais de 30 indivíduos e nível de significância 0,05. Deste modo é rejeitada a hipótese nula. **As diferenças obtidas são estatisticamente significativas**, com um erro de amostragem de 5%.

De acordo com este teste de significância, há pois, 95% de probabilidade de que as diferenças das médias obtidas nos questionários do GE em relação ao GC se devam ao tratamento experimental, ou seja, a resposta à tira entregue no início da Exposição Interactiva de Ciência.

Embora significativas, estas diferenças são pequenas, talvez por à partida os visitantes do grupo experimental já terem respondido na sua maioria, acertadamente à pergunta da tira.

Quisemos então saber se os elevados níveis de respostas correctas no caso das perguntas das tiras tinham a mesma explicação encontrada para os questionários e para isso decidimos fazer nova investigação no sentido de descobrirmos como é que as pessoas respondiam às tiras.

1.6 - Resultados do Estudo 5 - Questionário (tira) sobre a informação contida nos painéis e nas explicações + tabela como respondi

Tiras

Foram recolhidas 116 respostas às tiras distribuídas relativamente a informações contidas nos painéis e 103 relativas a informações contidas nas explicações.

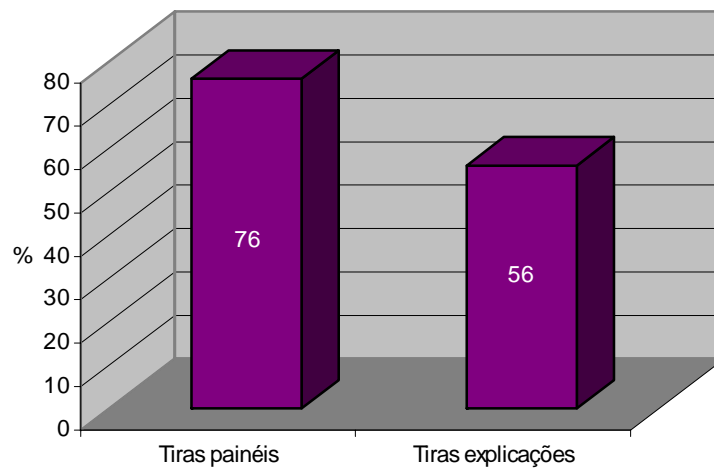


Figura 76 – Gráfico relativo às respostas correctas dos visitantes à pergunta da tira (%)

Os resultados obtidos são idênticos aos estudos 3 e 4. O mesmo aconteceu em relação a todas as perguntas efectuadas, em que a resposta correcta foi sempre a mais assinalada.

As diversas maneiras como os visitantes responderam às perguntas da tira estão referidas na figura 77.

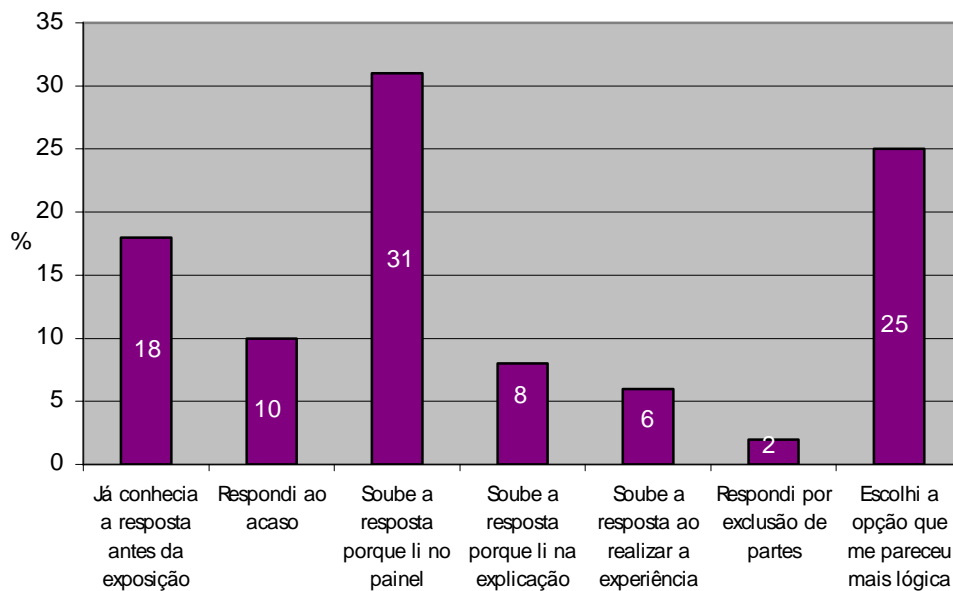


Figura 77 - Gráfico relativo às respostas à Tabela "como respondi" à tira (%)

É notória a diferença de opções entre estes visitantes que só responderam à tira e as opções referidas pelos visitantes que responderam ao questionário do estudo 4 (ver figura 74). Neste caso, os visitantes responderam maioritariamente que souberam a resposta porque a leram nos painéis.

Parece-nos poder dizer que a tira por si só conseguiu cativar os visitantes a procurar a resposta correcta na informação contida na exposição relativamente ao tema a que se referia. Ela foi encarada como um jogo que o visitante achou "interessante jogar".



CAPÍTULO V
Conclusões e
Reflexões

1 – Conclusões

No capítulo V pretendemos apresentar as principais conclusões do estudo realizado, tendo em vista os objectivos definidos no Capítulo III; as implicações dessas conclusões relativas à importância de levar exposições interactivas a centros comerciais ou espaços públicos, como forma de promover a alfabetização científica da população e, por último, algumas recomendações que consideramos pertinentes para possíveis futuras investigações.

1.1 – Implicações gerais da investigação

Esta investigação abriu caminho para o estudo de exposições dirigidas ao público frequentador dos centros comerciais. A originalidade do estudo está no local onde se encontrava a exposição e na estratégia que se arranjou para tentar ultrapassar o problema de não leitura dos painéis e explicações verificado anteriormente. Os seus resultados fornecem um

importante conjunto de dados empíricos sobre o comportamento natural dos indivíduos em exposições interactivas.

Pela sua inovação, esta investigação apresentou algumas limitações inerentes ao local onde se encontrava a exposição, que dificultou a recolha de dados, ao diminuto intervalo de tempo disponível para a sua implantação (15 dias) e há pouca informação que ainda existe sobre o tema da dissertação.

O público que frequentou a exposição era heterogéneo, tanto no que se refere ao género, à faixa etária, como a grupos sociais, origem profissional, etc.

Segundo Wagensberg (2005) um método objectivo e honesto de avaliar o sucesso de uma exposição é saber quantas pessoas que a visitam pela primeira vez, voltam para uma segunda, terceira ou quarta visita. Embora não tenhamos feito um registo quantitativo das pessoas que regressaram à exposição, não temos dúvida em afirmar que foram muitos os visitantes que voltaram nos dias seguintes. Uns porque os filhos pequenos não os deixaram visitar a exposição como gostariam e voltaram sozinhos para então poderem usufruir plenamente do encanto da exposição. Outros porque os afazeres diários não lhes permitiam ficar mais tempo e por isso tinham que voltar para acabar de ver a exposição ou tornar a interagir com aqueles módulos que mais os cativaram. Ainda outros, porque os filhos a isso os impeliam. Houve visitantes que praticamente todos os dias passavam pela exposição e que nos diziam que quando iam buscar as crianças à escola (note-se que o "Dolce Vita" fica muito perto de várias escolas e infantários) eles os "obrigavam" a irem visitar a exposição. Este facto, o número extraordinariamente elevado de visitantes (especialmente aos fins-de-semana) e os numerosos visitantes que deram os parabéns ao Exploratório pela exposição concebida,

parece-nos permitir dizer que a iniciativa de levar a exposição ao centro comercial foi bem sucedida. Aliás, segundo Wagensberg (2005), nos últimos tempos os museus têm identificado o conceito "sucesso do Museu" com o "nível de aceitação do público". Embora ele reconheça que esta definição é controversa, não encontra outra melhor que seja possível aplicar na prática, uma vez que o método atrás referido "*apresenta um problema técnico a ser resolvido: a entrada personalizada, como todas as linhas aéreas fazem com os seus ingressos, as cooperativas de táxis e algumas lojas de departamento*", que nos permita saber quantas pessoas regressam ao Museu. Sendo assim, não nos parece mal dizer que a exposição *Sentir.com*, é um sucesso se considerarmos o "nível de aceitação do público".

1.2 – Conclusões do Estudo 1

O transporte da placa do jogo do ET causou algum incómodo aos visitantes. Porém, este incómodo não constituiu um factor de perturbação da exploração da exposição, pelo contrário, para alguns visitantes funcionou como elemento incentivador.

Parece-nos ter comprovado que o jogo do ET preencheu os requisitos para o qual foi criado ou seja serviu de elemento integrador de toda a exposição, funcionando como fio condutor, uma vez que a maior parte dos visitantes fez as opções para o seu ET à medida que ia interagindo com os módulos (auxiliava os visitantes a orientarem-se na exposição, a saber que parte da exposição já tinham visitado, se já tinham feito todos os módulos daquela ilha, ou não, a tomar decisões sobre o módulo a visitar a seguir). Tendo em conta o atrás referido parece-nos poder dizer que a concepção do ET foi uma ideia feliz que enriqueceu a exposição tornando-a mais interactiva e atractiva para o público.

Lamentavelmente, contudo, em relação a ser um elemento incentivador da leitura da informação contida na exposição (painéis) os resultados obtidos não nos parecem ser concludentes.

1.3 – Conclusões do Estudo 2

Uma tendência confirmada por muitos autores (Almeida, 2004) e confirmada pela nossa investigação é a influência que o nível de escolaridade tem na visita a exposições de Ciência. Constatou-se que embora a exposição estivesse num local de acesso livre (a entrada na exposição era gratuita), a maioria dos visitantes que visitou a exposição possuía formação superior. Apenas uma minoria possuía o 2º ou 3º ciclo de escolaridade. Tendo-nos apercebido desta situação, várias vezes nos dirigimos a pessoas cujo aspecto físico nos fazia pensar serem mais iletradas tentando cativá-las para a visita, mas em vão.

Apercebemo-nos que dois módulos foram visitados por menos visitantes provavelmente por causa do local onde se encontravam. O módulo “Prova das provas” pela posição que ocupava na exposição passava despercebido a alguns visitantes que só se apercebiam da sua falta no final, quando iam fazer o ET. O módulo “Descodificar” por se encontrar em posição final relativamente à entrada da exposição, era menos visitado provavelmente devido ao cansaço natural que se vai instalando nos visitantes à medida que se visita uma exposição. Embora fosse dito na recepção inicial e entrega da placa do ET que se fazia aos visitantes, que a ordem de visita das quatro ilhas era arbitrária, a tendência geral deles era ir em frente em direcção ao módulo “Cheirar é preciso”, que se encontrava mais próximo do local da recepção. Estes resultados parecem-nos confirmar a importância do contexto físico na exposição, referida por Falk e Dierking (1992).

A importância do contexto social citado por alguns autores (Falk e Dierking, 1992; Rennie e McClafferty, 1996, Almeida, 2003) é confirmado pela nossa investigação ao constatarmos que mais de 80% dos visitantes foi visitar a exposição em grupo. Muitos destes grupos são famílias, daí a importância de se ter este factor em consideração quando se projectam exposições. Neste tipo de visita a realização das actividades em grupo proporciona a partilha de experiências, de ideias e fomenta o diálogo à volta da Ciência.

Relativamente à interacção inicial com os módulos, na maioria deles a maior parte dos visitantes leu primeiro as instruções e só depois fez a experiência. Só em dois módulos “Fracções de música” e “Toca a tactear” é que maior número de visitantes começou logo a mexer sem ler primeiro as instruções. Esta situação associada à facilidade com que os visitantes manusearam ambos os módulos (figuras 48 e 56), permitem-nos dizer que os dois módulos devem apresentar um grau de dificuldade bastante baixa. Muitas vezes, quando não conseguiam fazer a actividade os visitantes reiniciavam a experiência, lendo a instrução ou pedindo ajuda a um monitor que estivesse presente. Este comportamento revela persistência, esforço e interesse na concretização das actividades propostas.

As experiências que os visitantes tiveram mais dificuldade de concretizar autonomamente foram “Com olhos de ver”, “Saber ouvir” e “Descodificar”. Embora nos três módulos aproximadamente metade dos visitantes lesse as instruções antes de começar a interagir, um número muito pequeno de visitantes conseguiu terminar a experiência sozinho (figura 40, 52 e 60). Os dois primeiros módulos são ambos constituídos por várias experiências interligadas, o que provavelmente fez aumentar o seu grau de complexidade, tornando mais difícil o seu manuseamento. O módulo “Descodificar” ao revelar-se um módulo de final aberto em que é

dada a oportunidade ao visitante de conduzir a sua própria experiência, mostrou também alguma dificuldade de interacção. Porém, este era também um dos módulos que mais tempo prendia a atenção do visitante, surgindo por vezes, hipóteses de interacção extremamente diversificadas e interessantes.

A motivação dos visitantes era evidente, uma vez que a maioria deles demonstrou interesse e entusiasmo na execução das actividades propostas.

Diamond (1986 cit. por Calvo e Stengler, 2004) refere que muitas vezes os visitantes não lêem os textos que acompanham cada módulo, preferindo só manipulá-los. Este aspecto foi confirmado pela nossa investigação em que a maioria dos visitantes não leu os painéis, nem as explicações. De acordo com Jacobo (1998 cit. por Marandino, 2002) "*os visitantes mesmo os que acompanham todo o percurso da exposição, não lêem tudo o que está afixado, pois isso seria impossível e desprovido de sentido. Eles, na verdade, fazem escolhas, sendo então fundamental os estudos de comportamento e modos de leitura nesses locais*". Investigar o "porquê" e "em que" ocasiões os visitantes lêem os textos nas exposições, é fundamental para se determinar o "como" fazer os visitantes interessarem-se mais pela leitura do material escrito, presente numa exposição. Uma das estratégias delineadas por nós foi a distribuição da tira com uma pergunta no início da visita de cada indivíduo, cujas conclusões dessa estratégia, apresentamos no ponto seguinte.

1.4 – Conclusões dos Estudos 3, 4 e 5

A tentativa de encorajar os visitantes a lerem a informação contida na exposição *Sentir.com*, nos painéis e nas explicações, embora tendo significado estatístico, não teve grande sucesso, uma vez que as

diferenças de médias encontradas entre o grupo experimental e o grupo controlo $[(Q_{GE}) - (Q_{GC})]$, para as informações dos painéis e para as explicações, foram pequenas (Ver Tabela 13). A estratégia da tira apenas incrementou ligeiramente a leitura das informações, que se encontravam expostas nas quatro ilhas da comunicação.

Porém, relativamente à proposta de encontrar a resposta à pergunta por si só, essa acção parece ter sido interpretada pelos visitantes como uma brincadeira, um jogo, que aos visitantes interessou jogar. Assim, podemos provavelmente inferir que as pessoas liam a informação para procurar aquela resposta. Depois de encontrarem a solução, já não leriam ou então fá-lo-iam com menos frequência.

Um aspecto interessante que vale a pena referir é que no 3º e 4º estudos sempre que se pedia aos visitantes para responderem às perguntas da tira, incentivava-se as pessoas a responderem à pergunta dizendo-lhes que a mesma se destinava a uma investigação e prometendo um brinde surpresa quando entregasse a resposta à tira, se esta estivesse correcta. No 5º estudo como já não tínhamos brindes, dizíamos apenas aos visitantes que a pergunta se destinava a uma investigação. Todos os visitantes, independentemente da promessa do brinde, se prontificaram a responder à pergunta da tira, quando se dizia que era para uma investigação. Talvez o elevado grau de escolaridade dos visitantes, tenha motivado esta atitude.

1.5 – Implicações da investigação na alfabetização científica da população

Segundo Conceptual e Padilla (1997), há duas condições essenciais que uma exposição interactiva de Ciência deve contemplar: que os visitantes a desfrutem e que aprendam algo. Relativamente ao primeiro ponto não nos parece restar qualquer dúvida da sua consecução; em

relação ao segundo, os estudos que realizámos, embora apontem nesse sentido, não foram suficientemente encaminhados nessa direcção, para nos permitir tirar conclusões.

É nosso entendimento que a exposição no centro comercial Dolce Vita de Coimbra, se caracterizou por um profundo envolvimento emocional do público que a visitou e que provavelmente propiciou momentos de aprendizagem, contribuindo de alguma maneira para o aumento da alfabetização científica dos cidadãos que a visitaram. Não importa se no momento em que visitaram a exposição as pessoas aprenderam ou não Ciência, o que importa realmente é que tenham saído da exposição com mais perguntas que respostas, que mudem as suas atitudes perante outras actividades relacionadas com a Ciência e que sintam vontade de procurar outras fontes de conhecimento científico (Wagensberg, 2000, 2005). E isto realmente aconteceu. Nos fins-de-semana em que a exposição esteve no centro comercial a afluência de visitantes ao Exploratório aumentou significativamente, muitos visitantes quando chegaram a este Centro de Ciência afirmaram que vieram visitá-lo motivados pela exposição que tinham explorado no centro comercial.




Se projectadas com qualidade, criatividade e atentas ao ponto de vista do visitante, as exposições interactivas em tais ambientes, podem oferecer um espaço singular e tornar-se num importante produto cultural e educativo dos cidadãos. Como defende Rubini *et al.* (2005a), estas exposições “que vão ter onde o povo está” transformam-se em nós de uma ampla rede de educação científica.

Declarámos no início do nosso trabalho que a Ciência e a Tecnologia estão exercendo uma influência cada vez maior no quotidiano de todos os cidadãos e que o conhecimento científico é uma prioridade para o progresso e a independência das pessoas, pelo que urge encontrar

estratégias para a sua consecução e se as pessoas não vão ter com a Ciência, onde ela está, é necessário que a Ciência vá ter onde estão as pessoas.

1.6 – Sugestões para futuras investigações

Do que foi exposto anteriormente, ressalta a necessidade de se desenvolverem, futuramente, outros estudos na área a que este trabalho de investigação se refere, uma vez que em Portugal não há praticamente estudos realizados sobre o impacto de exposições de Ciência nos visitantes de centros comerciais, pelo que se sugerem as seguintes investigações:

-  Uma vez que este estudo, não foi conclusivo no que diz respeito ao tipo de aprendizagem que os visitantes adquiriram quando visitaram a exposição no centro comercial, seria interessante realizarem-se outras investigações cujo objectivo principal fosse esse.
-  Outra proposta de investigação que nos parece ser muito pertinente seria levar a exposição *Sentir.com* a um centro comercial de uma cidade do interior de Portugal (por exemplo à Covilhã ou a Bragança) e posteriormente estabelecer a comparação entre os resultados obtidos nessa investigação e no nosso estudo.
-  Pensar-se num novo jogo (tomando com exemplo a tira utilizada no nosso estudo) que abarcasse outros módulos diferentes dos utilizados nesta investigação, que levasse os visitantes a lerem as informações contidas nas explicações e nos painéis, testando a sua eficácia.



Bibliografia:

Albagli, S. (1996). Divulgação científica: informação científica para a cidadania? *Ciência da Informação*, **25** (3), 396-404, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia.

Allen, S., Gutwill J. (2004). Designing with multiple interactives: Five common pitfalls. *Curator*, **47** (2), pp. 199-212.

Almeida, A. M. (2005). O contexto do visitante na experiência museal: semelhanças e diferenças entre museus de ciência e de arte. *História, Ciências, Saúde: Manguinhos*, **12** (suplemento), 31-53, Rio de Janeiro.

Almeida, A. M. e Lopes, M. M. (2003). Modelos de comunicação aplicados aos estudos de públicos de museus. *Rev. Ciênc. Hum.*, **9** (2), 137-145, Taubaté.

Almeida, J. F.(coord.) (1994). *Introdução à Sociologia*. Universidade Aberta, Lisboa.

Almeida, A. M. (2004). Os visitantes do Museu Paulista: um estudo comparativo com os visitantes da Pinacoteca do Estado e do Museu de Zoologia. *Anais do Museu Paulista*, **12** (12), 269-306.

Anderson, D., Lucas, K. B. e Ginns, I. S. (2003). Theoretical perspectives on learning in an informal setting. *Journal of Research in Science Teaching*. **40** (2),177-199.

Ary, D. e Razavieh, A. (1990). *Introduction to Research in Education*. Rinerhart and Winston, Fort Worth.

Ávila, G. (2007). Alexandria e a Biblioteca. *Revista do Professor de Matemática, Sociedade Brasileira de Matemática*, **62**,1-3.

<http://www.rpm.org.br/novo/conheca/62/alexandria.pdf> Disponível em: 12 de Maio de 2007

Ávila, P., Gravito, A. P., Vala, J. (2000). Cultura científica e crenças sobre a Ciência. In: M. Eduarda Gonçalves (org.). *Cultura Científica e Participação Pública*. Celta, Oeiras.

Barão, A., Temporão, M., David, P. (2005). *Aprender a observar...Observando!* Metodologia da Investigação I, DEFCUL .

<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi1/AntonioMarisaPaulaObservacao.pdf>

Disponível em: 4 de Junho de 2007

Bento, M. S. (2002). Epistemologia das Ciências da Educação. *Arlequim*.

http://arlequim.no.sapo.pt/epist_cienc_educ.htm Disponível em: 26 de Junho de 2007

Bertoletti, J.J. (2003). Museu de Ciências e Tecnologia da PCU-RS. *Com Ciência*, **45**.

<http://www.comciencia.br/reportagens/framereport.htm> Disponível em: 16 de Abril de 2007

Best, J. W. e Kahn, J. (1989). *Research in Education*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, UK.

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

Braga, M.R. (2004). *Relações entre Arte e Ciência em Centros e Museus de Ciências*. Tese de Mestrado (não publicada), FIOCRUZ, Rio de Janeiro.

Caldeira, M. H. (2006). Promover a aprendizagem em Museus e Centros de Ciência,
In: M. de Fátima Paixão (coord.). Educação em Ciência Cultura e Cidadania. Alma Azul, Coimbra.

Calvo, C. e Stengler E. (2004). Los museus interactivos como recurso didáctico: El Museo de las Ciencias y el Cosmos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, **3** (1).

Carlisle, R. W. (1985) - What do School Children do at a Science Center? *Curator*, **28** (1), 27-33.

Carmo, H. e Ferreira, M.M. (1998). *Metodologia da Investigação – Guia para auto-aprendizagem*. Universidade Aberta, Lisboa.

Cazelli, S., Gouvêa, G., Valente, M., Marandino e M. Franco, C. (1998). *Relação Museu-Escola: avanços e desafios na (re) construção do conceito de museu*. 21º Reunião da Anped, Caxambu.

www.educacaoonline.pro.br/lista_secao.asp?p_id_secao=3 Disponível em: 20 de Março de 2007

Cazelli, S., Queiroz, G., Alves, F., Falcão, D., Valente, M., Gouvêa e G., Colinviaux, D. (1999). *Tendências Pedagógicas das Exposições de um Museu de Ciências*. Actas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Valinhos, São Paulo, 1-14.

Chagas, I. (2000). *Literacia científica. O grande desafio para a escola*. Comunicação apresentada no 1º Encontro Nacional de Investigação e Formação, Globalização e Desenvolvimento Profissional do Professor. Escola Superior de Educação de Lisboa.

<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/ticc/literacia%20cientifica.pdf>

Disponível em: 14 de Maio de 2007

Colinvaux, D. (2005). Museus de Ciências e Psicologia: interatividade, experimentação e contexto. *História, Ciências, Saúde: Manguinhos*, **12** (supl.0), 79-91, Rio de Janeiro.

Conceptual, M. e Padilla, J. (1997). *Diseño, Construcción y Operatividad de Exhibiciones interactivas*. Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y Caribe (Red-POP).

www.redpop.org/publicaciones/disenoyconstruccion.html Disponível em: 23 de Maio de 2007

Constantin, A.C. (2001). Museus Interactivos de Ciências: Espaços Complementares de Educação? *Interciencia*, **26** (5), Caracas, Venezuela.

Cortés, M. T. (). La ciencia es cultura. Dossier de Museo de las Ciencias.

<http://195.77.34.99/zonaprensa/images/recursoMM/R178-DOSSIER%20PRENSA%20MUSEO.pdf> Disponível em: 23 Maio 2007

Cortés, M.T. (2001). *Divulgación científica, turismo cultural, ocio inteligente...Museu de las Ciencias*. La Ciência es Cultura. II Congresso sobre Comunicação Social de la Ciência. Sociedade de gestão do Museu da las Ciências Felipe de Valência, S.L., Valência.

Costa, A. F., Ávila, P. e Mateus, S. (2002). *Públicos da Ciência em Portugal*. Gradiva, Lisboa.

Costa, K. (2005). *Museus pedem opinião para população*. Comunicação apresentada ao 4º Congresso Mundial de Centros de Ciência, Rio de Janeiro.

<http://aprendiz.uol.com.br/content.view.action?uuid=47f25f7c0af470100148f8c8d261471c> Disponível em: 3 de Junho de 2007

Cuesta, M., Diaz, M.P., Echevarria, I., Morentin, M. e Pérez, C. (2000). Los museos y centros de ciencia como ambientes de aprendizaje. *Alambique – Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, **26**, 21-28.

Cuesta, M., Palacio, M. P., Echevarría, I., Morentin, M., Pérez, C. (2002). Centros Interactivos de Ciencia: Su Papel en el Aprendizagem de la Física. *Aspectos Didácticos de Física y Química (Física)*, **8**. Universidade de Zaragoza: I.C.E.

De Ketele, J. e Roegiers, X. (1999). *Metodologia da Recolha de dados. Fundamentos dos Métodos de Observações, de Questionários, de Entrevistas, e de Estudo de documentos*, Instituto Piaget, Lisboa.

- Delicado, A. (2005). Recensão do livro "Os Portugueses e a Ciência". *Análise Social*, **174** (LX), 1-5.
<http://www.ics.ul.pt/publicacoes/analisesocial/recensoes/174/anadelicado.pdf>
 Disponível em: 23 de Maio de 2007
- Delicado, A. (2006). Os Museus e a Promoção da Cultura Científica em Portugal. *Sociologia, Problemas e Práticas*, **51**, 53-72.
- Diamond, J. (1991). Prototyping interactive exhibits on rocks and minerals, *Curator*, **34** (1), 5-17.
- Díaz, José A. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. **1** (1), 3-16.
- Díaz, Maria J. M. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué?. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, **1** (2).
www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero2/Art1.pdf Disponível em: 03 de Maio de 2007
- Dierking, L. D. e Falk, J. H. (1994). Family behaviour and learning in informal science settings: a review of the research, *Science Education*, **78** (1), 57-72.
- Dierking, L.D., Ellenbogen, K.M. e Falk, J. H. (2004). In Principle, in Practice: Perspectives on a Decade of Museum Learning Research (1994-2004). *Science Education*, **88** (Suplemento 1), 1-3.
- Doering, Z. A. (1998). Strangers, Guests, or Clients? Visitor Experiences in Museums, *Curator*, **41** (2), 74 – 87.
- Dubini, L. , Erice, M. X., Moretti, C. e Senatra, L. (2006). *Aprendiendo en Centros de Ciencias bajo el enfoque de los modelos mentales*. IX Conferencia Inter Americana sobre Educación en Física (IX CIAEF), San José, Costa Rica. <http://www.efis.ucr.ac.cr/varios/ponencias/6modelos%20mentales.pdf> Disponível em: 12 de Abril de 2007
- Estrela, A. (1984). *Teoria e Prática de Observação de Classes - Uma Estratégia de Formação de Professores*. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa.
- Falk, J. (1983). Accessing the impact of exhibit arrangement on visitor behaviour and learning, *Curator*, **36** (2), 136-146.
- Falk, J. (2004). The Director's Cut: Toward an Improved Understanding of Learning from Museums. *Science Education*, **88**, (Suplemento 1), 83-96.

Falk, J. H. e DierKing, L. D. (1992). *The Museum Experience*. Whalesback Books, Washington D.C.

Feher, E. e Diamond, J. (1990) Science Centers as Research Laboratories. In Serrell, *What Research Says about Learning in Science Museums*, Association of Science-Technology Centers, Washington, DC.

Gaspar, A. (1993). *Museus e Centros de Ciência - Conceituação e Proposta de um Referencial Teórico*. Tese de Doutorado (não publicada). FE – USP, São Paulo.

Gil, F.G. (1989). Museus de Ciência – preparação do futuro, memória do passado. *Revista Colóquio/Ciências*, **3**, 72-89, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Gili, M. L. (2005). Desarrollo de públicos: revisión bibliográfica. *Zona Pública*, (1). http://www.museologia.org/docs/documents/zp/zp1/loran_zp1.%20es.pdf
Disponível em: 16 de Maio de 2007

Glaserfeld, E. V. (1995). *Construtivismo Radical, uma forma de conhecer e aprender*. Instituto Piaget, Lisboa.

Gonçalves, M. E. (2002). *Os portugueses e a Ciência*. Publicações Dom Quixote, Lisboa.

Gouvêa, G. , Valente, M. E. , Cazelli, S. e Marandino, M. (2001). Redes cotidianas de conhecimentos e os Museus de Ciência. *Parecerias Estratégicas*, **11**, 169-174, Brasília.

Granado, A., Malheiros, J. V. (2001). “*Como falar com jornalistas sem ficar à beira de um ataque de nervos*”. Gradiva, Lisboa.

Guzman, C. e Siqueira, V. H. (2007). O papel educacional do Museu de Ciências: desafios e transformações conceituais. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, **6** (2), 402-423.

Guisasola, J. , Azcona, R. , Etxanis M. ,Mujika, E. e Morentin, M. (2005). Diseño de estratégias centradas en el aprendizaje para las visitas escolares a los museus de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. **2** (1), 19-32.

Guisasola, J. e Intxausti, S. (2000). Museos de ciencia y educación científica: una perspectiva histórica. *Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **26**, 7-14.

Gutiérrez, J., Crespo, G. e Martín-Díaz, M.(2004). ¿Es Cultura la Ciencia? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **1** (2),136-138.

Laugksch R. C. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*. **84**, 71-94.

López, A. B. (2004). Relaciones Entre la Educación Científica y la Divulgación de la Ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **1** (2), 70-86.

Lorenzetti, L. e Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio*, **3** (1), 37-50.

Lourenço, M. e Carneiro, A. (2006). A propósito do *Laboratorio Chimico* do Museu de Ciência da Universidade de Lisboa: algumas reflexões sobre o património científico em Portugal. *Revista Química e Sociedade*, **103**, 63-70.

Marandino, M. (2002). A Biologia nos Museus de Ciências: A questão dos textos em Bioexposições. *Ciência e Educação*, **8** (2),187-202.

Martins, I. P. (2002). *Educação e Educação em Ciências*. Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Aveiro.

McManus, P. M. (1992). Topics in museums and science education. *Studies in Science Education*, **20**, 57-182.

Moreira, V. (2003). A importância política da ciência nas democracias contemporâneas. In: R. Fausto, C. Fiolhais e J. F. Queiró (coords.). *Fronteiras da Ciência*. Gradiva, Coimbra.

Ortiz, J. B. (2002). *Los museos, ambientes para cocinar ideas*. CECA Bogotá, Comité de Acción Educativa y Cultural de Museus de Bogotá.
http://www.banrep.gov.co/museo/ceca/ceca_art002.html Disponível em: 29 de Maio de 2007

Peart, B. (1984). Impact of exhibit type on Knowledge gain, attitudes, and behavior. *Curator*, **27**, 220-237.

Pereira, A. (2002). *Educação para a Ciência*. Universidade Aberta, Lisboa.

Pérez, C.A. e Molini, A.M. (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).

- Persechini, P.M. e Cavalcanti, C. (2004). Popularização da ciência no Brasil. *Jornal da Ciência - SBPC*, **535**.
- Pina, M. E., Santos, M.C., Caldeira, M.H. (2003). *Luz, Cor e Visão*. Caderno do Professor, Exploratório – Centro de Ciência Viva de Coimbra.
- Pizarro, C. I. (2007). *Exposições Temporárias e Itinerantes*. X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RED POP - UNESCO) e IV Taller “Ciencia, Comunicación y Sociedad”. San José, Costa Rica. <http://www.cientec.or.cr/pop/2007/BR-CarmenIbarra.pdf>
Disponível em: 29 de Maio de 2007
- Reis, P. (2006). Ciência e Educação: Que Relação? *Interacções*, **3**, 160-187. <http://www.eses.pt/interaccoes> Disponível em: 28 de Maio de 2007
- Rennie, L. J. e McClafferty, T. (1996). Science Centres and Science Learning. *Studies in Science Education*, **27**, 53-98.
- Revuelta, G. (1999). Relaciones entre científicos y periodistas. *Alambique – Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, **21**, 27-34.
- Rosenfeld, M. (2005). *Museus e centros de ciência devem ir até à comunidade*. Comunicação apresentada ao 4º Congresso Mundial de Centros de Ciência, Rio de Janeiro. <http://aprendiz.uol.com.br/content.view.action?uuid=3d2bc9da0af47010012368dfbc1470ce> Disponível em: 20 de Maio de 2007
- Rubini, G., Kurtenbach, E. e Silva, R. C. (2005). “*Coisas Que Giram*” – A conservação do momento angular de forma interactiva. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, SBF, Rio de Janeiro. <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0076-1.pdf> Disponível em: 18 de Maio de 2007
- Rubini, G., Pereira, G. e Cavalcanti, C. (2005a). Divulgação científica: muitas barreiras ainda por vencer. *Jornal da Ciência, SBPC*, **2752**. http://www.if.ufrgs.br/spin/2005/spin422/jce_divulgacaocientifica_25abril.htm Disponível em: 16 de Abril de 2007
- Ruiz, M. E. (2003). Razones y significados del museo de ciencias. Ciencia y Cultura. *Elementos*, **52** (10), 37-41, Universidade Autónoma de Puebla.
- Russel, I. (1990). Visiting a Science Center: What’s on offer. *Physics Education*, **25**, 258-262.
- Sabbatini, M. (2004). Alfabetização e Cultura Científica: conceitos convergentes? *Ciência & Comunicação*, **1** (1).

Sánchez-Mora, C. e Tagueña, J. (2003). Exhibir y diseñar, para quién? La visión del público en los museos de ciencias. *Ciencia y Cultura. Elementos*, **52**, 29-35, Universidade Autónoma de Puebla.

Sandifer, C. (2003). Technological novelty and open-endedness: Two characteristics of interactive exhibits that contribute to the holding of visitor attention in a Science Museum. *Journal of Research In Science Teaching*, **40** (2), 121- 137.

Santos, C. San-Bento (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.

Santos, M. E., Nascimento-Schulze, C. M., Wachelke, J. F. (2005). A exposição itinerante enquanto promotora de divulgação científica: atitudes, padrões de interação, e percepções dos visitantes. *Psicol. teor. prat.*, **7**, (2), p.49-86.

Semper, R. J. (1990). Science museums as environments for learning. *Physics Today*, **11**, 50-56.

Smania-Marques, R., Silva, J. R. e Lira-da-Silva, R. M. (2005). *Ciência de Jovem para Jovem: uma articulação entre a universidade e o ensino fundamental na popularização da Ciência*. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Actas do V ENPEC, **5**, 1-11.

Studart, D.C. (2005). Museus e famílias: percepções e comportamentos de crianças e seus familiares em exposições para o público infantil. *História, Ciências, Saúde: Manguinhos*, **12** (supl. 0), 55-77, Rio de Janeiro.

Tôzo, C. O. (2005). O papel da divulgação científica na formação das crianças: a experiência da Estação Ciência. *Ciência & Comunicação*, **2** (2).
<http://jornalismocientifico.com.br/revista2artigoCarlaTozo.htm> Disponível em: 02 de Abril de 2007

Tuckman, B.W. (2000). *Manual de Investigação em Educação*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Tuffani, M. (2002). *Divulgação Científica e Educação*. Comunicação apresentada no 1º Congresso Internacional de Divulgação Científica: "Ética e divulgação científica: os desafios do novo milênio". São Paulo. Unesco e Universidade de São Paulo.

<http://www.museudavida.fiocruz.br/pub01/media/Divulgacao%20Cientifica%20e%20Educacao%20-%20Mauricio%20Tuffani.pdf> Disponível em: 02 de Maio de 2007

Valente, M. E., Cazelli, S. e Alves, F. (2005). Museus, Ciência e educação: novos desafios. *História, Ciências, Saúde: Manguinhos*, **12** (supl. 0), 183-203, Rio de Janeiro.

Vargas, R. (2006). Espaços Interactivos de Ciência e Tecnologia e Educação em Ciência – O contributo da Ciência Viva. In: M. de Fátima Paixão (coord.), *Educação em Ciência Cultura e Cidadania*. Alma Azul, Coimbra.

Wagensberg, J. (1998). A favour del conocimiento científico (los nuevos museos). *Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **18**, 85-99.

Wagensberg, J. (2000). Principios fundamentales de la museología científica moderna. *Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **26**, 15-19.

Wagensberg, J. (2000a). Método de emoção inteligível. Entrevista em: *História, Ciências, Saúde: Manguinhos*, **7** (1), 185-192, Rio de Janeiro. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-59702000000200010&script=sci_arttext Disponível em: 02 de Junho de 2007

Wagensberg, J. (2005). O Museu "Total", uma ferramenta para a mudança social. 4º Congresso Mundial de Centros de Ciência, Rio de Janeiro. <http://www.museudavida.fiocruz.br/publique/media/Texto%20Provocativo%20-20Jorge%20Wagensberg.pdf> Disponível em: 02 de Junho de 2007

Walton, R. (2000). Heidegger in Hands-on Science and Technology Center: Philosophical Reflections on Learning in Informal Settings. *Journal of Technology Education*, **12** (1), 1-13.

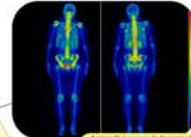
Wellington, J. (1990). Formal and informal learning in science: the role of the interactive science centres, *Physics Education*, **25**, 247-252.



Visível e invisível

Mensagens por radiação

A radiação eletromagnética (da qual a luz visível é só uma pequeníssima parte) desempenha um papel fundamental em todas as áreas tecnológicas, sendo determinante nas telecomunicações. A sua utilização na comunicação entre aviões também é essencial.



Os radares utilizam ondas de rádio para detectar objetos no céu, na terra e no mar. São usados para monitorar o tráfego aéreo, a navegação e a segurança.

As comunicações via satélite são essenciais para a aviação, a navegação e a comunicação em áreas remotas. Os satélites transmitem e recebem sinais de rádio para fornecer serviços de comunicação e dados.

Os microscópios utilizam ondas de rádio para ampliar a imagem de objetos muito pequenos. São usados em laboratórios de pesquisa e em diagnósticos médicos.

Os telescópios utilizam ondas de rádio para observar objetos celestes distantes. São usados para estudar a estrutura do universo e a evolução das estrelas.

As câmeras de vídeo e as câmeras digitais utilizam ondas de rádio para capturar e transmitir imagens. São usadas em televisão, cinema e fotografia.

Em algumas aplicações tecnológicas, a radiação UV é usada para esterilizar superfícies e para a cura de materiais. É importante usar proteção adequada ao lidar com radiação UV.

A radiação X é usada em diagnósticos médicos para visualizar a estrutura interna do corpo humano. É importante usar proteção adequada ao lidar com radiação X.

A radiação gama é usada em diagnósticos médicos para tratar certos tipos de câncer. É importante usar proteção adequada ao lidar com radiação gama.

A radiação cósmica é formada por partículas altamente energéticas que vêm do espaço exterior. É importante usar proteção adequada ao lidar com radiação cósmica.

As ondas de frequência muito elevada (VHF) são usadas em comunicações de curto alcance. São usadas em aviação e em serviços de emergência.

As ondas de frequência média (FM) são usadas em comunicações de médio alcance. São usadas em rádio FM e em serviços de emergência.

As ondas de frequência baixa (LF) são usadas em comunicações de longo alcance. São usadas em serviços de emergência e em comunicações marítimas.

As ondas de frequência muito baixa (VLF) são usadas em comunicações de muito longo alcance. São usadas em serviços de emergência e em comunicações marítimas.

As ondas de frequência extremamente baixa (ELF) são usadas em comunicações de muito muito longo alcance. São usadas em serviços de emergência e em comunicações marítimas.

As ondas de frequência extremamente alta (EHF) são usadas em comunicações de muito muito curto alcance. São usadas em serviços de emergência e em comunicações marítimas.

As ondas de frequência extremamente baixa (ELF) são usadas em comunicações de muito muito longo alcance. São usadas em serviços de emergência e em comunicações marítimas.

As ondas de frequência extremamente baixa (ELF) são usadas em comunicações de muito muito longo alcance. São usadas em serviços de emergência e em comunicações marítimas.

As ondas de frequência extremamente baixa (ELF) são usadas em comunicações de muito muito longo alcance. São usadas em serviços de emergência e em comunicações marítimas.

10⁸ Hz (1 MHz)

10⁵ Hz (1 kHz)

10² Hz

10⁹ Hz (1 GHz)

10¹⁴ Hz

10¹⁵ Hz

10¹⁶ Hz

10¹⁸ Hz

10²⁰ Hz



Desafio: Como a radiação eletromagnética é usada em diferentes áreas da tecnologia? Pesquise e compartilhe suas descobertas.



Cor e cores

Os animais usam a cor ...



O preito e o amarelo são sinais extremamente fortes aos animais como sinal de perigo. Para afastar os predadores, a salamandra e outras essas cores, evitando que possa digerir-las.

Nos animais, as cores desempenham um papel fundamental. Exibem cores vistosas que tanto podem seduzir o sexo oposto como afastar predadores ou atrair presa. Também servem de disfarce, camuflando-os para facilmente se esconderem.



Tal como a salamandra, esta aranha utiliza as cores para atrair a presa, mas com fins totalmente opostos mostrando uma flor, para os insectos por a sua taxa.



Quando o macho de pavão, o pavão abre a cauda em leques exibindo, espetaculares padrões coloridos para conquistar a fêmea.



Apesar de não serem animais, as cores e padrões são de ajuda a sua taxa. A superfície em que vivem, como também pode mudar a textura da pele numa questão de segundos.

Sensibilidade às cores



A visão normal do ser humano é tricromática. Depende do funcionamento regular de três tipos de cones sensíveis aos azuis, aos verdes e aos vermelhos.

Certas pessoas são daltônicas: sofrem alterações na visão a cores devidas à deficiência de funcionamento ou à ausência de um tipo de cones da retina.



Cerca de 1% dos homens sofre de dicromatopia, geralmente associada ao cromossoma X, provocada pela ausência de cones sensíveis ao verde. A pessoa tem dificuldade em distinguir verdes, vermelhos e amarelos, um problema importante na vida diária, por exemplo, na identificação por semáforos.



Um tipo de daltismo mais raro - tríplice - caracteriza-se pela dificuldade em distinguir amarelo e azul, por ausência dos cones sensíveis aos azuis.



Informação a cores

Adicionando luzes...



Não sabemos a cores, mas no processo de adição, combinando sinais de luz que vemos verde, vermelho e azul. Uma outra combinação de um sinal de TV mostra que a imagem é formada por milhares de pontos coloridos, que combinação produz toda a variedade de cores.



O processo de adição consiste na sobreposição de luzes nas bandas do verde, vermelho e azul. Por exemplo, a luz que se vê amarelo, pode obter-se pela adição de luzes das bandas dos verdes e dos vermelhos.

Subtraindo luzes...



A cor que vemos na maioria dos objectos resulta do processo de subtração de luzes pelos pigmentos. Se estes absorvem, por exemplo, a luz da banda dos azuis, reflectindo ou difundindo a luz correspondente as bandas dos verdes e vermelhos, vemos amarelo.



Uma impressão a cores é feita a partir de combinações de tons cinza, amarelo e magenta. A imagem impressa com estas tintas, quando é impressa a preto para acentuar a profundidade, a definição e o contraste.



+





ANEXO 3

Com olhos de ver

Defeitos de visão

Entre os vários defeitos de visão são mais comuns aqueles que se devem a alterações no comprimento do globo ocular e na convergência do cristalino (demasiada na miopia e insuficiente na hipermetropia) e a deformações da córnea (astigmatismo).



Um olho normal a curvatura do cristalino varia de acordo com a distância aos objetos, de modo a que as imagens descaem exatamente na retina.



Um olho vê bem ao perto e mal ao longe. Este defeito corrige-se usando lentes com focos divergentes.



Uma pessoa com hipermetropia vê mal ao longe e bem ao perto. Este defeito corrige-se com lentes convergentes.



Uma pessoa com astigmatismo tem uma visão distorcida e desfocada. Este defeito corrige-se com lentes cilíndricas.



Desafio
Um olho humano normal vê bem ao longe e ao perto. Como se corrigem os defeitos de visão?

Informação visual

Nos animais, existe uma grande variedade de olhos e de processos de visão correspondentes, dos mais elementares aos mais complexos. Até dentro do mesmo grupo se encontram diferenças e adaptações às necessidades de cada um.

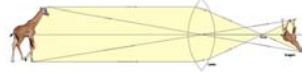
Olhos tipo câmara



Vertebrados (como o ser humano) e alguns celébrados (como o polvo) e aracnídeos (como a aranha) possuem um olho tipo câmara fotográfica.



Tal como numa máquina fotográfica se forma uma imagem real e invertida na película, por meio de lentes convergentes, um olho como o do ser humano a imagem forma-se na retina por convergência da luz pela córnea e pelo cristalino.



Olhos com espelho



Além da retina de alguns moluscos existe uma superfície reflectora (espelho côncavo) que permite formar uma imagem invertida.



A vista sem cerca de 40 olhos com lentes de diâmetro, ao longo do seu corpo. Com eles apercebe-se da aproximação de inimigos, como a bordo de um. Deitado no fundo do oceano ao ar livre.

Este tipo de olhos assemelha-se a um telescópio assombrado.



Os telescópios são instrumentos ópticos que fazem com que objetos muito distantes, como as estrelas, pareçam estar mais perto de nós. Os mais primitivos são telescópios reflectores, que formam imagens formadas por espelhos.

Olhos compostos

Os insectos e os crustáceos possuem olhos multifacetados, formados por muitos ommatídeos. Estes são pequenos detectores com lentes, que recebem, cada um, luz de uma região diminuta do espaço.



O olho da mosca da fruta (Drosophila) possui cerca de 700 ommatídeos, o de um gafanhoto de cerca de 10000 e o de uma libélula 30000. (Imagens obtidas com um microscópio electrónico)



Em cada olho da mosca encontram-se cerca de 2000 ommatídeos.



O mundo como uma mosca provavelmente vê uma imagem única em mosaico. (Simulação em computador)

Os insectos desenvolvem uma espantosa capacidade de visão, à custa da sua visão. Esta permite-lhes ver instantaneamente toda a esfera visual, o que constitui um valioso mecanismo de orientação.



O processo de visão dos insectos tem inspirado a construção de sistemas de orientação em minúsculos robôs para deslocares-se sobre os labirintos milimétricos e realizar o reconhecimento, busca e salvamento.

Olhos sem lente

Alguns animais pouco complexos possuem olhos muito simples, com uma retina e sem lente.



O vislumbre procura a sua presa com o auxílio de pequenos olhos sem qualquer lente, que se alternam sobre a meseta e a direcção da luz sem realmente formarem qualquer imagem.



Nunca câmara, nunca câmara de reprodução invertida dos objetos por incidência, mas sim, de luz que penetra por um pequeno orifício feito na parede opaca.



O funcionamento destes olhos é semelhante ao de uma câmara escura.



Essencial vibrar

Informação sonora

A maioria dos animais compartilha o mundo dos sons. Comunicam entre si emitindo sons audíveis e inaudíveis pelo ser humano (infra-sons e ultra-sons), mas nem todos têm a capacidade de vocalizar.



A girafa emite infra-sons para comunicar com outros animais e também, através das suas pernas.



Como a comunicação, o inseto emite sons que se propagam através das suas pernas.



Os elefantes emitem infra-sons que permitem comunicar entre eles a grandes distâncias.



O hipopótamo tem a capacidade de emitir e ouvir sons ultrassônicos para a detecção de água. Usa a diferença de densidade entre o ar e a água para emitir e receber o som. Também emite sons para se comunicar com outros hipopótamos.



A maioria dos sons dos animais é audível e compreensível para o ser humano, permitindo a identificação de espécies e a comunicação entre elas.



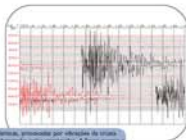
Os golfinhos emitem e recebem sons ultrassônicos para se comunicar entre eles e também para detectar presas.



Os morcegos usam sons ultrassônicos para se comunicar entre eles e também para detectar presas.



A borboleta emite sons ultrassônicos para se comunicar com outros insetos e também para detectar presas.



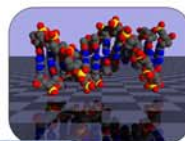
As ondas sonoras, produzidas por vibrações de objetos físicos, são detectadas pelos nossos ouvidos. A figura mostra ondas de diferentes frequências.



Com o fim da Segunda Guerra Mundial, as explosões nucleares emitiram ondas ultrassônicas que foram usadas para detectar submarinos.



Os sons produzidos por explosões nucleares são usados para detectar submarinos. Depois da Segunda Guerra Mundial, as explosões nucleares emitiram ondas ultrassônicas que foram usadas para detectar submarinos.



A tecnologia de ondas ultrassônicas é usada para detectar objetos e também para detectar presas.

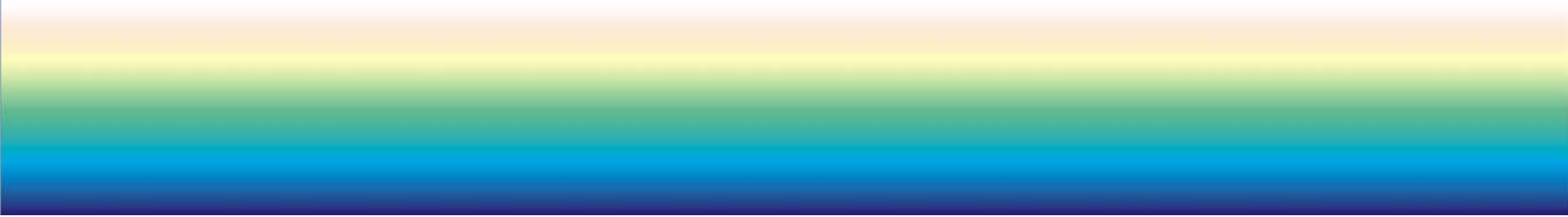


Os ultrassons são usados para detectar objetos e também para detectar presas.



A ultrassonografia é um tipo de imagem por ondas ultrassônicas. Ela permite obter imagens de estruturas internas do corpo humano.

As propriedades dos sons, infra-sons e ultra-sons oferecem um mundo de possibilidades cada vez mais aproveitadas pela tecnologia em diversas áreas, das comunicações em geral à informação em Medicina.





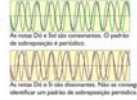
ANEXO 5

Fracções de música

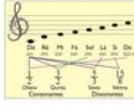
Notas e números

O prazer que tiramos da música vem do cantar, de cantar inconscientemente. A música não é mais do que aritmética incógnita. Leibniz

Dois sons tocados em simultâneo podem ser concordes ou dissonantes.



Os sons e a aritmética das proporções de Pitágoras (sic, VIAC): dois sons estão em harmonia se a relação entre as suas frequências for igual a um quociente de pequenos números inteiros.



Todos os sons têm origem em vibrações, como as das cordas de uma guitarra. Nos instrumentos de sopro, é o ar que vibra. Nos de percussão, vibram membranas ou placas ao serem percudidas.

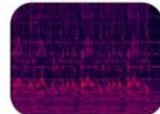
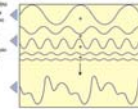


Um órgão possui tubos de vários comprimentos que produzem as diferentes notas. Em cada um dos tubos, a frequência do som fundamental é inversamente proporcional ao comprimento (distância de um antinódo).



A frequência de uma nota fundamental num instrumento de corda, como o piano, depende do comprimento da corda, da sua densidade, e da tensão a que está submetida.

Um som puro resulta de uma vibração harmónica de uma só frequência. As notas emitidas por um instrumento musical são sons complexos - sobreposição do som fundamental e de vários harmónicos.



O timbre de um som é determinado pela percentagem relativa dos vários harmónicos. Ao longo da história, a partitura de um trecho do 1º Violino de Beethoven e a respectiva análise de Fourier - decomposição da soma complexa nos seus harmónicos.



Desafio

Um som complexo pode ser decomposto nos seus harmónicos.

Ouvir música

A música manifesta-se no andar, na fala, na escrita, em coisas simples da vida. Escutar música com um valor emocional particular provoca activações cerebrais, originando sensações como a felicidade, a angústia, a até mesmo, a indiferença.



A música exerce uma influência directa no funcionamento cognitivo de um feto. O som - música clássica, "bebérock", a música ambiente - motiva a mensagem do "Bebé Ouvindo no útero" e motiva a estimulação do feto em termos do feto musical a nível do cérebro.



Um concerto é um veículo de transmissão de emoções. Cada música pode provocar situações específicas no corpo provocando "ritmo ou ritmo" e até sensações corporais de "empurrar a parede da guitarra".

O aparecimento do som digital - conversão dos sinais sonoros em sinais electrónicos em 1º e 2º - abriu um vasto campo de aplicações na gravação e comunicação da música com um rigor sem precedentes.



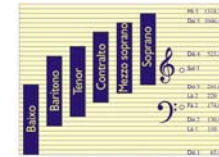
A digitalização da música permite armazenar a em CD, DVD, em MP3 e ouvir a uma grande qualidade em laborais digitais ou mesmo através da rede Internet.



Usando sintetizadores e outros equipamentos electrónicos, é possível criar música digitalmente, imitando sons acústicos ou criar totalmente novos sons.

A cantar

O ser humano consegue ter uma voz muito mais versátil que qualquer instrumento musical. As vozes são facilmente identificáveis pois são características de cada um, resultando das diferenças na largura e nas cavidades ressonantes. As cantoras podem emitir sons mais agudos porque têm cordas vocais em geral mais finas do que as dos homens.



Os cantores são classificados pelos intervalos de frequência em que são capazes de emitir sons.



Uma ave constrói o comportamento pelo respeito ao seu ritmo. Este processo constrói a sua música. Cada ave tem a sua música, da qual se avia cantam frases alternadas.



O timbre da baleia do humpback, provavelmente para marcar território ou para atrair a fêmea.



ANEXO 6

Saber ouvir

Receber mensagens sonoras

Ouvindo sem ourelhas...

A maioria dos animais com estruturas auditivas não possui um pavilhão auditivo externo (orelha).

Nos anfíbios, répteis e aves, o som faz vibrar os tímpanos (exteriores ou interiores) que comunicam com o ouvido médio, constituído por um único osso.



Os crocodilos podem ouvir dentro e fora da água porque têm capases de detectar as vibrações sonoras, tanto através do tímpano como do osso malar e das escamas. Alguns destes répteis comunicam não só entre si através de mensagens sonoras.



A maioria dos anfíbios e alguns répteis possuem um único osso no ouvido médio.

Ouvindo com ourelhas...

O homem e os outros mamíferos possuem basicamente a mesma estrutura auditiva: ouvido externo, médio e interno.



As comunicações sociais entre os gorilas permitem-lhes partilhar informação e manter-se em contacto com outros membros da sua espécie. Os gorilas reconhecem as vocalizações diferentes.

Nem sempre os órgãos auditivos se encontram na cabeça. Há insectos com estruturas auditivas localizadas noutras zonas do corpo, como nas antenas, no abdómen ou nas patas.



O barba-estaca possui ultra-ouvidos, como uma estratégia de defesa contra predadores. Possui um único ouvido, localizado no abdómen.



Os peixes não têm tímpano. O som é transmitido ao ouvido interno através do esqueleto da cabeça. Um sistema de sensores ao longo do corpo (linha lateral) permite-lhes detectar vibrações de baixa frequência.

Nos animais de mar, o som é transmitido ao ouvido interno através do osso malar inferior.



Para ouvir, as baleias do género *Phoca* possuem um sistema de ouvidos internos que transmite o som através do osso malar inferior.



Alguns mamíferos marinhos que vivem no mar e em terra têm ourelhas reduzidas ou não as possuem.

Durante a época de reprodução, o macho marinho utiliza sons internos e vibrações para defender o seu território. As fêmeas identificam o macho através de sons internos, pelo som que ele produz.

Distinguir de onde vem o som

A existência de um par de ouvidos é um factor de sucesso.

No homem e em muitos outros animais, o cérebro analisa o intervalo temporal existente entre a chegada de um som a cada um dos ouvidos, o que permite detectar a proveniência dos sons.



A coruja tem um sentido de audição extremamente desenvolvido. Localiza as presas ao ouvir as batidas das asas e os sons produzidos pelas suas asas que são assimétricas.



Animais pequenos como alguns insectos, rãs e aves localizam a origem do som através de diferenças na chegada deste às superfícies interior e exterior do tímpano.

O morcego possui uma audição extremamente desenvolvida para localizar as presas no ar. Ele utiliza o som produzido pelas suas asas e os sons produzidos pelas suas asas que são assimétricas.

Ajudar a ouvir

Para colmatar deficiências auditivas usam-se dispositivos que se baseiam na transmissão do som por dois processos:

condução pelo ar



Um aparelho auditivo convencional, situado ao nível do ouvido externo, amplifica o som, que é transmitido ao tímpano e permite ouvir normalmente.

condução óssea



Com os implantes cocleares, as vibrações sonoras, transmitidas através do osso a um receptor implantado no seu interior, são transformadas em sinais elétricos que estimulam os nervos auditivos no interior do cóccix.





Toca a tactear

O tacto nas interações sociais

Através do tacto, o Homem comunica uma grande variedade de mensagens que podem influenciar comportamentos, atitudes ou sentimentos de outrem.

- Uma palmada nas costas para transmitir apoio, apreciação, afecto, confiança.
- Tocar o outro para chamar a atenção, incentivar, convidar ao jogo.
- Aperter as mãos, beijar, abraçar para cumprimentar ou despedir-se.



Um bebé é estimulado pelo tacto desde o período neonatal. O contacto corporal com a mãe é essencial para o seu desenvolvimento.

A comunicação táctil é reservada sobretudo para as relações íntimas inter-individuais.



Muitos animais usam o tacto e abraçam-se para se confortar.



Para as espécies de reprodução ao longo da gravidez, surgimentarizam, trazendo uma espécie de beijo diário. Se são membros da mesma família acurtem-se bastante.



Os bebés tocam-se no peito e a mãe morda-lhes nos companheiros, não só para reforçar os laços sociais, mas também para afirmar a posição hierárquica de cada um.

No acasalamento



As interações tácteis que ocorrem entre machos e fêmeas durante a parca nupcial desempenham um papel importante no sucesso do acasalamento.



O escorpião macho aproxima-se da fêmea com muita cautela, de surpresa, segura-a pelas pinças. Assim unido, o par toca a sua única taila, movendo-se de um lado para o outro, com as caudas entrelaçadas e, às vezes, até enlaçadas.

Alguns animais usam o tacto na detecção das presas, graças a receptores sofisticados.

À defesa



Os porcupinos de espécie possuem um mecanismo de defesa. Quando ameaçados, estendem as suas setas e apontam-nas para o agressor.

Muitas espécies possuem adaptações que lhes permitem defender-se dos seus inimigos ou dos seus predadores, usando o tacto.



Quando um veado é deslocado no seu domínio por um rival, pode seguir-se uma luta. Os dois agarram-se com as cabeças, entrelaçando-as.

À procura de alimento

Alguns animais usam o tacto na detecção das presas, graças a receptores sofisticados.



A lagartixa-de-nariz enrolado procura em volta do buraco um sinal de vibrações e movimentos. São órgãos tácteis destinados a detectar as presas (insetos e moluscos).



As aves das famílias bicinis os pais para que estes fiquem em alerta.

Alguns animais usam o tacto na detecção das presas, graças a receptores sofisticados.



É frequente observar entre as formigas operárias um contacto boca-a-boca, no qual ocorre a troca de alimentos graças à sua capacidade mútua com as antenas.



Desafio

Se não se sabe a resposta a este desafio, escreva a resposta no espaço reservado para isso.



Descodificar...



Código binário

O mundo digital baseia-se no sistema binário. Numericamente, este envolve apenas "0" e "1". Cada um desses dígitos corresponde a um bit - unidade de informação. 0 = falso = não = desligado; 1 = verdadeiro = sim = ligado. ... Chama-se byte a um conjunto de 8 bits.

Código de barras

O código de barras é uma sequência de linhas verticais que contém informação nas linhas e espaços entre elas. É um modo de identificar de forma única os mais variados produtos, no comércio, nos correios, nas bibliotecas...



O ISBN é um sistema internacional de identificação de livros. É composto por 10 dígitos.

O código de barras é lido por um scanner de LASER que transmite a informação a um computador, através da luz difundida pelos espaços brancos.



Perfil associado ao ISBN

Dígito de controlo assegura que o scanner lê como número e código

Cada algarismo possui uma representação binária própria: uma série de sete barras brancas e pretas correspondendo cada uma, respectivamente, aos dígitos "0" e "1".



Código esquerdo Código direito

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
3	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
4	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
5	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
6	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
7	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
8	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
9	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Para que seja indiferente fazer a leitura óptica num sentido ou noutro, os números têm dois tipos de representação simétricos: códigos esquerdo e direito.

Computador



Este computador processa a informação que lhe é enviada pela leitura dos códigos de barras.

Hoje em dia, o computador faz parte da vida de cada um. Os microprocessadores integram um grande número de equipamentos. Os carros possuem-nos às dezenas. Todavia, quando se fala em computadores, associa-se imediatamente ao computador pessoal ou PC.



O teclado, tal como o rato, é a ponte entre o utilizador e o computador. As instruções são transmitidas pela tecla que aciona microchips, fazendo partir a corrente eléctrica em diversos circuitos.



O microprocessador - unidade processadora central (CPU) - é o cérebro de qualquer computador. Incorpora em si mesmo chips circuitos integrados, comandando todas as operações.

O armazenamento é uma parte essencial do trabalho em computador. Pode fazer-se internamente, no disco rígido, ou em acessórios como os disquetes, os CD-ROM e DVD e as cartelas USB.



As disquetes são armazenadas com um material que permite gravar dados por um processo de magnetização semelhante à tecnologia usada nas bandas magnéticas dos cartões de crédito ou nos faxes de cópia.

A nova base de armazenamento de dados num CD, tal como num DVD, é simples. A informação é gravada como sulcos que são depois interpretados por tecnologia de LASER, semelhante à utilizada "TV" e a uma superfície plana "TV".

Código Morse

No código Morse, as letras do alfabeto obedecem a um padrão ponto-trazo, de 5 posições, que corresponde a ligar ou desligar um circuito eléctrico. Actualmente, estes padrões significam condições binárias de "1" (ponho) e "0" (traço). É um protocolo de 5 bits.



O código inventado por Morse foi a chave das comunicações longínquas iniciadas no século XIX. Hoje começou por ser um electronegativo e uma agulha que gravava sulcos numa fita móvel. Para ser substituído um sistema electrónico.

A	..	J	---	S	...	0	----
B	---	K	---	T	-	1	----
C	---	L	---	U	---	2	----
D	---	M	---	V	---	3	----
E	-	N	---	W	---	4	----
F	---	O	---	X	---	5	----
G	---	P	---	Y	---	6	----
H	---	Q	---	Z	---	7	----
I	..	R	---			8	----
						9	----

Código Braille

O código Braille, inventado em 1825 por este francês cego, aos dezasseis anos, baseia-se num conceito semelhante ao do código Morse - pontos em relevo numa matriz de seis posições, em duas colunas, permitem reconhecer diferentes letras e números.



Uma letra ou letra por si só, contraria à posição dos pontos correspondente aos caracteres do alfabeto ou aos números, os dedos descodificam as mensagens.



Cheirar... é preciso

Um mundo de odores

O poder mágico do cheiro perpassa tempos e fronteiras.

Helen Keller
O sentido do olfacto – um dos sentidos químicos – é vital para o ser humano e para os outros animais. Desempenha um papel primordial não só como alerta para situações de perigo, como também no reconhecimento dos indivíduos e na comunicação entre eles.



O cheiro evoca experiências olfactivas do passado.

A percepção de um cheiro a flores pode trazer-nos à memória profunda recordações de situações e emoções sentidas em qualquer momento da vida: um casamento, um funeral, ...



Os murganhos ou ratinhos e os hamsters usam a recepção de feromonas para seleccionar o parceiro mais adequado, pela informação que lhes é comunicada sobre o seu grau de parentesco.



Os abutres são atraídos pelo cheiro da carne de animais mortos em putrefacção, devido aos gases libertados que sobem no ar.



As feromonas deixadas por um gato no seu carinho (pela urina e patas) e arrastar as árvores, ou a esfregar-se nas paredes) comunicam aos outros gatos quem e há quanto tempo passou.



Um ritual de acasalamento muito cheiroso: o porco-espinho testa a fêmea, esgichando-a com urina. Se ela não protesta, é porque está pronta para acasalar.

Os mais fedorentos...



O diabo da Tânniá é considerado o animal mais mal cheiroso, quando entra em stress. É um animal nocturno, com o sentido de olfacto muito aguçado que usa para caçar.



Quando atacada, a doninha levanta a cauda e borra o inimigo com um spray fedorento muito difícil de eliminar.



As linceas marcam território com uma substância mal cheirosa segregada por glândulas situadas no ânus e entre os dedos das patas.



Quando ameaçado, este urubu pode vomitar como estratégia defensiva. Quando sente muito calor, excreta nas próprias penas para arrefecer. O cheiro é terrível mas funciona.

Cheiros por encomenda

A tecnologia dos cheiros não se limita à indústria dos perfumes.



Sabendo que um mau cheiro é suficiente para evacuar uma sala, os cientistas estão a desenvolver uma "bomba de odores" para dispersar multitudes descontroladas, menos agressiva do que o gás lacrimogénico.



Um perfume esconde ingredientes incríveis: à mistura de odor agradável, juntam-se derivados de secreções com cheiros fedorentos, como o sêmen do boi almiscarado ou a urina dos lobes, para acentuar fragâncias.



Este nariz artificial detecta, analisa e compara odores de vinhos, alimentos, fragâncias, etc., "imitando" electronicamente, com sensores, a resposta do sistema olfactivo humano.



Para evitar a reprodução das lagartas nas árvores de fruto, usam-se feromonas das fêmeas (um método de controlo de pragas). A sua recepção em excesso pelo macho inibe o acasalamento.



Desafio
Cheiro
vulgar de água
é possível no
vácuo?



Prova das provas



Saborear

Gosto e cheiro são indissociáveis

As papilas gustativas do ser humano detectam sobretudo o doce, o ácido, o amargo e o salgado. É o aroma da comida, conjuntamente com as sensações do gosto, que permite distinguir os diferentes sabores.



As papilas gustativas do ser humano detectam sobretudo o doce, o ácido, o amargo e o salgado. É o aroma da comida, conjuntamente com as sensações do gosto, que permite distinguir os diferentes sabores.

Embora interligados, os sentidos químicos do gosto e do olfacto têm funcionamentos diferentes a nível celular. No primeiro, faz-se a quimiorrecepção de sinais de moléculas em contacto directo com a estrutura receptiva e, no segundo, de sinais com origens distantes.

Nem sempre os receptores gustativos se localizam nas papilas. Tal como nos insectos, em muitos vertebrados estes receptores encontraram-se em outras partes do corpo.



As moscas têm receptores do gosto na pele, antenas, probóscide e pernas: sentem a diferença entre moléculas químicas. Elas desenvolvem diferentes comportamentos: uma grã aproxima-se para da mosca tenta a entender automaticamente a probóscide para se alimentar.

A quimiorrecepção na água é provavelmente diferente da que ocorre no ar: as moléculas são dispersadas pelas correntes, pelo que os animais aquáticos desenvolveram mecanismos que facilitam estes processos.



O peixe pode possuir numerosas línguas orientadas em todos as direcções, onde existem sensores de gases com os quais detecta os alimentos.



A lagartixa possui os receptores olfactivos nas antenas e no palato na pele. Por acção das antenas, para correntes de água para mais facilmente receber informação química a proximidade alimentos.



Esta lagartixa usa o gosto para distinguir partes das plantas. Há espécies que mostram a sua preferência a flores brancas.



O cheiro e o gosto de certas substâncias determinam o comportamento social dos animais. A vaca reconhece o seu descendente segregando uma substância que é produzida por todos os membros da comunidade.



O porco possui, na língua, quatro vezes mais receptores de gosto que no humano. Tem o gosto e o olfacto extremamente aguçados, conseguindo detectar alimentos a passos de longe da terra, pelo que é usado em busca de subterrâneos.



O corde alimenta-se exclusivamente de folhas de certas espécies de escualpos. Como a sua dieta é pouco rica em proteínas, as suas alimentam-se das fezes de mãe. Os receptores gustativos destes herbívoros reconhecem compostos químicos específicos das respectivas plantas, sendo diferentes dos que existem nos carnívoros.

Não comer

O gosto funciona como um alerta de perigo. Adverte sobre alimentos estragados ou presença de venenos.



Apesar de não ver, o cão possui receptores que lhe permitem identificar a carne em putrefacção: por isso detecta fezes e corrimentos estragados e evita comê-los.

Para evitarem os ataques dos predadores, alguns animais produzem substâncias químicas tóxicas que os tornam venenosos ou indigestos.



Como mecanismo de defesa, as sapo produzem secreções de sabor desagradável, especialmente das perninhas, de tal modo que alguns dos seus predadores evitam comer a lagartixa e a pele.



A borboleta monarca protege-se dos predadores devido ao seu sabor desagradável e tóxico. Este provém das plantas de que se alimenta enquanto larva.



ANEXO 11

Bilhete de Identidade do ET

Nome: _____

Number: 000110

Date: 12-07-2007

Emissão: Exploratório, Coimbra



Comunicação Visual

Como todos os corpos, incluindo os humanos, emite significativamente na zona de infravermelho (invisível ao olho humano).

Percepciona as cores do espectro visível, excepto os vermelhos, à semelhança das abelhas (que também detectam ultravioletas).

Possui olhos com uma lente única, à semelhança dos vertebrados e cefalópodes. Percepciona uma só imagem com boa resolução.

Comunicação Sonora

Tal como os elefantes, emite infra-sons (inaudíveis ao ouvido humano), para comunicar entre os elementos da sua espécie, a vários quilómetros.

Prefere música rock e heavy metal. O seu aparelho auditivo é pouco sensível a níveis sonoros inferiores a 100 decibéis (prejudiciais ao ouvido humano).

Não possui pavilhão auditivo externo. À semelhança dos golfinhos, o som é transmitido ao ouvido interno através do maxilar inferior (condução óssea).

Comunicação Táctil

Eriça os espinhos quando ameaçado ou irritado, à semelhança do porco-espinho. Porém, contrariamente a este, caminha erecto.

Lê mensagens, tacteando códigos como o de Braille.

Comunicação Química

Utiliza os sentidos químicos para comunicar (perigo, interesse sexual...), procurar alimentos, evitar venenos, etc.. Tem o sentido do olfacto bem desenvolvido. À semelhança dos abutres, tem narinas no bico.

É o oposto aos humanos na reacção ao açúcar, que, para ele, é um veneno.

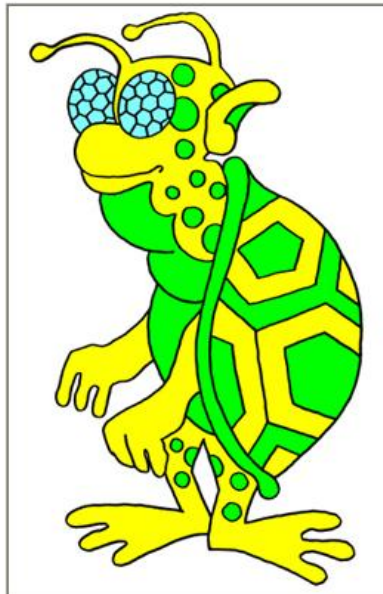
Bilhete de Identidade do ET

Nome: _____

Number: 000111

Date: 12-07-2007

Emissão: Exploratório, Coimbra



Comunicação Visual

Como todos os corpos, incluindo os humanos, emite significativamente na zona de infravermelho (invisível ao olho humano).

Tal como os humanos, percepção das cores do espectro visível.

Tal como a maioria dos insectos e crustáceos, possui olhos compostos, constituídos por muitas lentes individuais, numa rede hexagonal. Percepção de uma única imagem, em mosaico e com baixa resolução.

Comunicação Sonora

Exprime-se oralmente como os humanos, para trocar informação. Os sons vocais que emite são produzidos por vibração de cordas vocais com frequências entre os 80 e os 8000 Hz (audíveis pelo Homem).

É insensível à música. O seu aparelho auditivo não lhe permite distinguir a altura das diferentes notas musicais.

Tem ouvidos com pavilhão auditivo externo carnudo e móvel. À semelhança dos humanos, o som é transmitido ao ouvido médio e deste ao ouvido interno.

Comunicação Táctil

O toque de carapaças entre sexos opostos deste tipo de extraterrestres, constitui uma fase de acasalamento, tal como acontece com algumas tartarugas.

Escreve mensagens em código binário.

Comunicação Química

Utiliza os sentidos químicos para comunicar (perigo, interesse sexual...), procurar alimentos, evitar venenos, etc.. Tem o sentido do olfacto bem desenvolvido. À semelhança das abelhas, detecta os odores com as antenas.

Falta-lhe componente retronasal: tem gosto, mas não tem sabor.



ANEXO 12

QUESTIONÁRIO SOBRE UM ET...NA EXPOSIÇÃO “SENTIR.COM”

Profissão: _____

Nível escolar como estudante: _____

Idade: _____

Sexo: _____

- **Construí o meu próprio ET**

Depois de explorar a exposição

Antes de explorar a exposição

Durante a exploração da exposição

O transporte da placa ET dificultou-me a exploração da exposição

Sempre

Nunca

Por vezes

Escolhi as características do ET com base

Nas experiências realizadas

Sempre

Nunca

Por vezes

Na informação dos painéis

Sempre

Nunca

Por

vezes

O jogo de construção de um ET motivou-me a

Ver toda a exposição

Sim

Não

Indiferente

Explorar a exposição com mais atenção

Sim

Não

Indiferente

Ler a informação com mais cuidado

Sim

Não

Indiferente

O jogo de construção de um ET não me permitiu explorar a exposição como desejava

Sim

Não

Indiferente

- **Não construí mas acompanhei a construção de um ET por outro visitante Integralmente**

Depois de explorar a exposição

Antes de explorar a exposição

Durante a exploração da exposição

Parcialmente

Depois de explorar a exposição

Antes de explorar a exposição

Durante a exploração da exposição

A associação de uma nova tecnologia (ecrã tátil) com uma solução artesanal (placa a perfurar) parece-me feliz

Sim

Não

Indiferente



Grelha de observação

Habilitações literárias: 1º ciclo		2º ciclo		3º ciclo		Secundário		Superior		Humanidades Ciências		Idade: _____				Sexo: F M						
Módulo:		Visível e invisível	Cor e cores	Com olhos de ver	Essencial vibrar	Fracções de música	Saber ouvir	Toca a tactear	Descodificar	Cheirar é preciso	Prova das provas											
Observa rapidamente e avança																						
Observa outros a fazer a experiência																						
Implica-se na experiência		Sozinho																				
		Em grupo																				
Implica-se na experiência		Lê primeiro a instrução	C/ cuidado																			
			S/ cuidado																			
		Lê primeiro painel																				
		Lê primeiro a explicação																				
		Começa logo a mexer																				
Como manuseia		Facilmente																				
		Com alguma dificuldade	Consegue sozinho																			
			Pede ajuda																			
		Desiste																				
Durante a realização da experiência demonstra		interesse	desinteresse																			
		entusiasmo	aborrecimento																			
Após a realização da experiência		Lê as explicações																				
		Lê os painéis																				
		Vai embora																				
Placa do ET		Traz a placa																				
		Abandona a placa para realizar a experiência																				
		Faz a opção no módulo correspondente																				

Registo de expressões orais e faciais: _____



A – Um dos animais que tem um olho tipo câmara como o do ser humano é o/a:

- Polvo
- Náutilo
- Libélula
- Camarão

P

B – O animal considerado o mais mal cheiroso é o:

- Urubu
- Diabo-da-tasmânia
- Rato
- Porco-espinho

P

C – A localização pelo SONAR utiliza:

- Infra-sons
- Sons
- Ultra-sons
- Infra-sons e sons

P

D – O ISBN, sistema internacional de identificação de um livro, é composto por :

- 4 dígitos
- 8 dígitos
- 10 dígitos
- 14 dígitos

E – Usando óculos com filtros vermelhos, a Terra seria vista do espaço como:

- Vermelha
- Azul
- Negra
- Verde

P

E

F – No código binário, o número 246 corresponde a:

- 11110110
- 11001011
- 10110011
- 11110000

E

H – Cerca de 75% do que saboreamos deve-se ao sentido:

- Gosto
- Olfacto
- Visão
- Tacto

E

G – A onda sonora, produzida quando se toca uma campainha, consiste:

- Numa corrente de ar
- Na vibração do material de que é feita a campainha
- No caminho descrito pelo som
- Numa sucessão de compressões e rarefacções do ar



Habilitações literárias: 1º ciclo 2º ciclo 3º ciclo		
Secundário	Superior	Humanidades
		Ciências
Idade: _____	Sexo:	
	F	M

E

1. O cristalino do olho humano permite obter imagens pelo fenómeno de:

- Refracção da luz
- Reflexão da luz
- Difraccção da luz
- Dispersão da luz

2. Na pele humana existem diferentes tipos de receptores:

- Mecânicos, térmicos e de dor
- Químicos, térmicos e de dor
- Mecânicos, electromagnéticos e de dor
- Químicos, electromagnéticos e de dor

3. Os sons graves resultam de vibrações de:

- Alta frequência
- Alta intensidade
- Baixa frequência
- Baixa intensidade

4. A sensação de ácido deve-se aos iões:

- H⁺
- OH⁻
- Na⁺
- Cl⁻



Habilitações literárias: 1º ciclo			2º ciclo			3º ciclo		
Secundário			Superior			Humanidades		
						Ciências		
Idade: _____			Sexo:					
			F			M		

E

1. O cristalino do olho humano permite obter imagens pelo fenómeno de:

- Refracção da luz
- Reflexão da luz
- Difraccção da luz
- Dispersão da luz

2. Na pele humana existem diferentes tipos de receptores:

- Mecânicos, térmicos e de dor
- Químicos, térmicos e de dor
- Mecânicos, electromagnéticos e de dor
- Químicos, electromagnéticos e de dor

3. Os sons graves resultam de vibrações de:

- Alta frequência
- Alta intensidade
- Baixa frequência
- Baixa intensidade

4. A sensação de ácido deve-se aos iões:

- H⁺
- OH⁻
- Na⁺
- Cl⁻

Como respondi:	Questões			
	1	2	3	4
Já conhecia a resposta antes da exposição				
Respondi ao acaso				
Soube a resposta porque li no painel				
Soube a resposta porque li na explicação				
Soube a resposta ao realizar a experiência				
Respondi por exclusão de partes				
Escolhi a opção que me pareceu mais lógica				