

VITÓRIA MARIA MACHADO PINTO

***MÓDULOS INTERACTIVOS DE QUÍMICA
EM CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA***

**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO**

MARÇO 2007

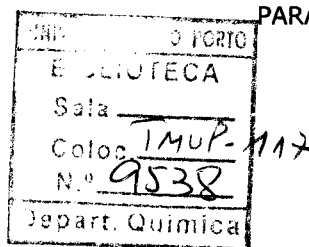


D000119401

VITÓRIA MARIA MACHADO PINTO

MÓDULOS INTERACTIVOS DE QUÍMICA EM CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM QUÍMICA PARA O ENSINO



FC

FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA | FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ORIENTADOR | PROFESSOR DOUTOR JOÃO PAIVA

CO-ORIENTADORA | PROFESSORA DOUTORA MARIA JOÃO SOTTOMAYOR

MARÇO 2007

VERSÃO FINAL
acabada

AGRADECIMENTOS

Este trabalho resulta do somatório de contributos, intelectuais e emotivos, de pessoas que fazem a diferença.

Pessoas como o Professor Doutor João Paiva pela orientação e motivação e a Professora Doutora Maria João Sottomayor, pela co-orientação; o Professor Michael Templeton, a Professora Marta Catarino Lourenço do Museu de Ciência da Universidade de Lisboa, o Dr. Ulrich Kernbach do *Deutsches Museum* e a Dra. Sue Halliday do *Catalyst Science Centre* que partilharam comigo o seu entusiasmo por este tema; os colegas do mestrado, pela inter ajuda; a Graça, pelo espírito crítico e palavras certas; os profissionais dos Centros de Ciência entrevistados, pela disponibilidade e envolvimento; os responsáveis pela Escola Profissional de Arqueologia, onde lecciono, pela compreensão.

Os meus Pais, os meus amigos e o Jorge, por tudo.

Obrigada.

RESUMO

É reconhecida a importância dos Centros e Museus de Ciência no processo educativo. Pelas suas características únicas, permitem uma abordagem às ciências na sua vertente experimental, exploratória e problematizadora, estimulando o espírito crítico e a curiosidade dos seus visitantes activos. Em sintonia com as actuais correntes construtivistas da pedagogia das ciências, na sua vertente de ensino não formal, estes espaços, no entanto, não têm dado o devido destaque nas suas exposições a uma das principais áreas do conhecimento: a Química. Apesar da reconhecida importância da Química no seio das ciências exactas e da necessidade de alterar a forma como é entendida pelo público em geral, que ainda associam as substâncias químicas a aspectos negativos do seu quotidiano (poluição, toxicidade, perigosidade), a investigação realizada neste trabalho permitiu verificar o reduzido número de módulos interactivos de Química apresentados nos Centros e Museus de Ciência.

Após uma contextualização do actual panorama da Química nos principais Centros e Museus de Ciência nacionais e internacionais, analisam-se as dificuldades da transposição museológica da Química, apresentando como hipóteses de investigação do problema os aspectos associados aos custos de concepção e manutenção dos módulos, a factores de segurança, às necessidades especiais de monitorização e acompanhamento, à gestão de resíduos e outros.

A metodologia utilizada na investigação foi qualitativa e os dados foram obtidos através de entrevista semi-estruturada, submetida a profissionais de Centros de Ciência. Através da análise de conteúdo das entrevistas foi possível conformar as hipóteses de investigação do problema orientador deste estudo, confirmando-se os constrangimentos associados a módulos interactivos de Química e recolhendo-se um conjunto de sugestões para contornar esta dificuldade junto dos entrevistados.

Por último, são apresentadas algumas iniciativas e práticas que tentam inverter esta situação, bem como algumas recomendações para uma abordagem interactiva da Química em Centros de Ciência que não só vai ao encontro dos meios e filosofia expositiva destes espaços, como ultrapassa as dificuldades detectadas neste trabalho.

Paralelamente, este trabalho reúne e descreve um conjunto alargado de módulos interactivos de Química disponíveis nos Centros de Ciência (nacionais e internacionais), o que constitui uma ferramenta importante para professores e estudantes de Química, podendo ser consultado no portal de ciência e cultura científica Mocho.

ABSTRACT

The importance of the science museums and centres are recognised in the learning process. Because of its unique characteristics, they allow an experimental, exploratory and problematical approach to sciences, stimulating the critical spirit and curiosity to its active visitors. In syntony with the present constructivist ideas of the sciences pedagogies in his non formal educational way, these spaces have not given in their exhibitions the adequate highlight to one of the most important knowledge area: Chemistry. In spite of the recognised importance of Chemistry among the exact sciences and the need to alter the way it is understood by the public in general, that still associate chemical substances to negative aspects of their daily life (pollution, toxicity, danger) the investigation carried out in this work allowed to verify the reduced number of chemical interactive modules present in science museums and centres.

After a contextualization of the present situation of Chemistry in the main national and international science museums and centres, we analyse the difficulties of the museum transposition of chemistry, presenting as a problem research hypothesis aspects associated to modules conception and maintenance expenses, to security factors, special monitorization and accompanying needs, to the residual management and others.

The methodology used in the research was qualitative and data were obtained through a semi - structured interview, given by professionals of science centres. Through the analysis of the interviews content it was possible to adjust the orientating problem research hypothesis of this study by confirming the constraints associated to interactive modules in Chemistry and by recollecting a set of suggestions from the interviewed group to go round this difficulty.

To finish, we present some initiatives and practices that try to reverse this situation, as well as some recommendations for an interactive approach of the Chemistry in science centres that not only meets the exhibition facilities and philosophy of these spaces, but also overcomes difficulties found in this work.

In parallel, this work gathers and describes a wide range of chemistry interactive modules available in science centres (national and international) which constitutes an important tool for students and teachers of Chemistry and that can be found in the scientific culture and science portal Mocho.

ÍNDICE

Índice de Figuras	viii
Índice de Tabelas.....	x
Índice de Gráficos	xi
Siglas e Abreviaturas.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
1 INTRODUÇÃO.....	2
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL DA INVESTIGAÇÃO	2
1.2. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	3
1.3. HIPÓTESES DE INVESTIGAÇÃO	3
1.4. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	4
1.5. PLANO GERAL DA DISSERTAÇÃO	5
CAPÍTULO II	7
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	8
2.1. CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA	8
2.1.1 Características dos Centros de Ciência	11
2.1.2 Transposição Museológica.....	11
2.2. CONCEITO DE MÓDULOS INTERACTIVOS.....	13
2.2.1 Módulos interactivos de Química: particularidades e problemas	15
2.3. DOIS ESTUDOS SOBRE A QUÍMICA EM CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA	19
2.3.1 O estudo da Association of Science-Technology Centers (ASTC)	19
2.3.2 "Chemistry in European Museums – ChEM": Um projecto europeu	24
CAPÍTULO III.....	29
3. O ESTUDO REALIZADO	30
3.1 METODOLOGIA	30

3.1.1	Descrição do estudo	32
3.2	MÓDULOS INTERACTIVOS DE QUÍMICA NOS CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA PORTUGUESES.....	37
3.2.1	Os Centros e Museus de Ciência em Portugal.....	37
3.2.2	Centro de Ciência Viva de Tavira.....	43
3.2.3	Exploratório – Infante D. Henrique.....	43
3.2.4	Fábrica – Centro de Ciência Viva	47
3.2.5	Pavilhão do Conhecimento – Centro Ciência Viva	49
3.2.6	Visionarium – Centro de Ciência do Europarque	50
3.2.7	Centro Ciência Viva de Vila do Conde	52
3.2.8	Museu de Ciência da Universidade de Lisboa	53
3.2.9	Resumo da situação em Portugal	53
3.3	A QUÍMICA NOS CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA ESTRANGEIROS	56
3.3.1	Sítes de referência	61
3.4	INTEGRAÇÃO DAS INFORMAÇÕES RECOLHIDAS NO PORTAL MOCHO	68
3.5	ENTREVISTAS A COLABORADORES DE CENTROS DE CIÊNCIA	72
	CAPÍTULO IV	75
4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	76
4.1	ANÁLISE DAS ENTREVISTAS	76
4.1.1	Procedimento	76
4.1.2	Amostra.....	76
4.1.3	Resultados e discussão	77
4.2	COMPARAÇÃO DOS MÓDULOS INTERACTIVOS DAS DIFERENTES ÁREAS	84
	CAPÍTULO V	87
5	CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES.....	88
5.1	PRINCIPAIS CONCLUSÕES	88

5.2. RECOMENDAÇÕES	90
5.3. SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES	92
BIBLIOGRAFIA.....	93
SITES CONSULTADOS E DATA DA ÚLTIMA.....	97
ANEXOS	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Módulo interactivo " <i>Acid Test</i> " (Teste de acidez)	26
Figura 2 – Módulo interactivo " <i>Build a Battery</i> " (Construir uma bateria)	26
Figura 3 – Módulo interactivo " <i>Chemistry in an Aquarium</i> " (Química num aquário) ...	26
Figura 4 – Módulo interactivo " <i>Corrosion</i> " (Corrosão)	26
Figura 5 – Módulo interactivo " <i>Crime Lab</i> " (Laboratório de Crime).....	26
Figura 6 – Módulo interactivo " <i>Distillation</i> " (Destilação)	26
Figura 7 – Módulo interactivo " <i>Everyday Chemistry Lab</i> "	26
Figura 8 – Módulo interactivo " <i>Gas Chromatography</i> " (Cromatografia gasosa)	26
Figura 9 – Módulo interactivo " <i>Gold?</i> " (Ouro).....	26
Figura 10 – Módulo interactivo " <i>Growing Crystals</i> " (Cristais em crescimento)	27
Figura 11 – Módulo interactivo " <i>The Hydrogen Rocket</i> " (Foguetão de Hidrogénio)	27
Figura 12 – Módulo interactivo " <i>Miniature Magnets</i> " (Pequenos imans)	27
Figura 13 – Módulo interactivo " <i>Paper Chromatography</i> " (Cromatografia em papel) ...	27
Figura 14 – Módulo interactivo " <i>Plastic Properties</i> " (Propriedades dos plásticos).....	27
Figura 15 – Módulo interactivo " <i>Wardrobe</i> " (Armário)	27
Figura 16 – Mapa da rede de Centros Ciência Viva	38
Figura 17 – Guião fotográfico do Módulo "Mensagem Secreta"	45

Figura 18 – Guião fotográfico do Módulo “Precipitação”	45
Figura 19 – Fotografias do protótipo do módulo “Formação e efeitos da chuva ácida”	47
Figura 20 – Guião fotográfico da experiência “A extracção do ADN do kiwi”	48
Figura 21 – Guião fotográfico da experiência “Uma ideia gelada”	49
Figura 22 – Guião fotográfico do Módulo “Foguetão de Hidrogénio”	50
Figura 23 – Guião fotográfico do Módulo “Termocrómico”	50
Figura 24 – Guião fotográfico do Módulo “Electrólise da Água”	51
Figura 25 – Guião fotográfico do Módulo “pH da água”	52
Figura 26 – Centro de Ciência <i>Nemo</i>	63
Figura 27 – Página do <i>Singapore Science Centre</i>	64
Figura 28 – Página do <i>Heureka</i> com alguns dos seus módulos interactivos	65
Figura 29 – Página do <i>Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología</i>	66
Figura 30 – Página do <i>site</i> do OMSI referente às actividades de Química	67
Figura 31 – Calendário de Março de 2007 das actividades de Química no OMSI	67
Figura 32 – Página do Mocho com a informação sobre experiências e módulos de Química em Centros e Museus de Ciência.	68
Figura 33 – Página do Mocho relativa às áreas da Química onde se inserem os módulos e experiências de Química em Museus interactivos de Ciência	70
Figura 34 – Página do Mocho com a descrição dos módulos e das experiências na área da “Química Alimentar” disponíveis em diferentes instituições.	71
Figura 35 – Guião fotográfico do módulo 1 “Azul fugidio”	142
Figura 36 – Guião fotográfico do módulo 3 “Desenho livre”	142
Figura 37 – Guião fotográfico do módulo 5 “magia das cores”	142
Figura 38 – Guião fotográfico do módulo 6 “Cromatografia em t-shirts”	142
Figura 39 – Guião fotográfico do módulo 7 “Prego que escreve”	142

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Módulos interactivos de Química nos Centros de Ciência portugueses.	39
Tabela 2 – Descrição dos módulos interactivos de Química em exposição nos Centros de Ciência portugueses.....	40
Tabela 3 – Experiências Químicas realizadas nos Centros e Museus de Ciência portugueses.	41
Tabela 4 – Descrição das experiências químicas realizadas nos Centros e Museus de Ciência portugueses.	42
Tabela 5 – Parte 1 - Descrição dos módulos interactivos de Química de laboratório nos Centros e Museus de Ciência estrangeiros.....	57
Tabela 5 – Parte 2 - Descrição dos módulos interactivos de Química de laboratório nos Centros e Museus de Ciência estrangeiros.....	58
Tabela 5 – Parte 3 - Descrição dos módulos interactivos de Química de laboratório nos Centros e Museus de Ciência estrangeiros	59
Tabela 6 – Descrição dos módulos interactivos de Química de laboratório do Catalyst-Science Discovery Centre.....	62
Tabela 7 – Número de Módulos Interactivos de Química.....	77
Tabela 8 – Respostas à pergunta “O número de módulos de Química tem-se mantido o mesmo?”	78
Tabela 9 – Temas dos módulos interactivos.....	79
Tabela 10 – Constrangimentos à criação de módulos interactivos de Química	80
Tabela 11 – Citações dos entrevistados sobre os constrangimentos dos módulos de Química interactivos.....	81
Tabela 12 – Nº de módulos interactivos por áreas, no interior do Exploratório	85
Tabela 13 – Nº de módulos interactivos por áreas do Pavilhão do Conhecimento	85
Tabela 14 - Nº de módulos interactivos por áreas do Visionarium	85
Tabela 15 – Nº de módulos interactivos por áreas do Exploratory	85
Tabela 16 – Nº de módulos interactivos por áreas do OMSI.....	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Nível de actividade relacionada com a Química nos Centros e Museus de Ciência.	20
Gráfico 2 – Percentagem de Centros e Museus de Ciência que possuem exposições/módulos interactivos de Química	21
Gráfico 3 – Percentagem de Centros e Museus de Ciência que organizam actividades experimentais de Química	21
Gráfico 4 – Distribuição por áreas dos módulos interactivos de Química existentes nas instituições	22
Gráfico 5 – Percentagem de Centros e Museus de Ciência Portugueses que possuem módulos interactivos de Química de laboratório	54
Gráfico 6 – Percentagem de Centros e Museus de Ciência Portugueses que organizam actividades relacionadas com Química	54
Gráfico 7 – Distribuição por áreas dos módulos interactivos de Química existentes nos Centros e Museus de Ciência nacionais	54
Gráfico 8 – Distribuição por áreas dos módulos interactivos de Química existentes nos Centros e Museus de Ciência estrangeiros.....	60

SIGLAS E ABREVIATURAS

ASTC - Association of Science-Technology Centers

C – Colaborador/a de Centro de Ciência

CCV – Centro Ciência Viva

ChEM – Chemistry in European Museums

E – Entrevistadora

ECSITE - European Collaborative for Science, Industry and Technology Exhibitions

ICOM - International Council of Museums

n.a. – Não aplicável

OMSI - Oregon Museum of Science Industry

RSEQ - Real Sociedad Española de Química

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO



- 1.1. contextualização geral da investigação
- 1.2. identificação do problema
- 1.3. hipóteses de investigação
- 1.4. limitações do estudo
- 1.5. plano geral da dissertação

1 INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL DA INVESTIGAÇÃO

O ensino das ciências não pode apenas restringir-se ao contexto estritamente escolar. Esta afirmação reforça o papel de espaços de educação não formal, como Centros e Museus de Ciência, para a alfabetização científica dos indivíduos.

A independência destas instituições e a sua essência educativa torna-as plataformas por excelência para promover a tecnologia e as ciências como realizações culturais únicas. Paralelamente, estas instituições trabalham de perto com escolas e professores, assegurando o interesse e o entusiasmo pelas ciências e tecnologia entre milhões de jovens.

O elevado potencial científico-pedagógico destas instituições deve ser aproveitado pelos agentes educativos como instrumentos privilegiados de complemento curricular, incluindo-os explicitamente na prática educativa, na planificação e implementação das suas actividades didácticas, tanto em directa relação com os conteúdos programáticos, como numa perspectiva interdisciplinar e de enriquecimento pessoal dos alunos.

Por outro lado, as tendências do ensino de ciências e das propostas pedagógicas presentes nos Museus enfatizam o papel da acção do sujeito na aprendizagem, numa lógica construtivista, activa e problematizadora (Freitas, 1999).

Alguns autores, como Gil e Lourenço (1999) realçam, como atributos da visita a estes espaços, a liberdade, espontaneidade e autonomia no aprender, que são na realidade os pontos fortes dos espaços de aprendizagem informal da ciência. Ainda de acordo com estes autores, "os Museus de ciência e tecnologia servem para que os visitantes, após a visita, olhem para o mundo de maneira diferente, vejam coisas que nunca viram e, eventualmente, façam coisas que nunca fizeram porque achavam que não eram capazes. Este é o âmbito dos Centros e Museus de Ciência: a sensibilização para a cultura científica, a remoção de eventuais bloqueios "anti-científicos" e o estímulo das atitudes e dos processos da ciência, em particular a curiosidade e o espírito crítico."

E é neste quadro teórico que, apesar do número crescente de Centros e Museus de Ciência em todo o mundo, continuamos a assistir a um facto que merece ser sublinhado: a existência de poucos módulos interactivos dedicados à Química.

1.2. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

O trabalho de investigação realizado tem como objectivo compreender a razão do reduzido número de módulos interactivos de Química nos Centros e Museus de Ciência. De realçar que o enfoque deste estudo são os módulos interactivos que se inserem na Química de laboratório, isto é, módulos onde sejam utilizados reagentes, onde se dêem reacções químicas, que possam replicar processos que ocorrem nos laboratórios químicos das escolas, da indústria ou de centros de investigação.

PROBLEMA: É reduzido o número de módulos interactivos de Química de laboratório nos Centros e Museus de Ciência.

1.3. HIPÓTESES DE INVESTIGAÇÃO

As hipóteses inicialmente consideradas para a realização deste trabalho foram sendo adaptadas e melhoradas à medida que a investigação evoluiu. Se as questões directamente relacionadas com os aspectos técnicos e económicos foram considerados de raiz, já as questões relacionadas com as dificuldades de concepção dos módulos (e os custos a isso associado), bem como as questões relacionadas com a natureza intrínseca dos fenómenos químicos, que tornam complexa a sua abordagem interactiva, foram incorporadas numa fase posterior do estudo. Bogdan e Biklen (1999) defendem que o "investigador qualitativo", ao iniciar uma pesquisa, parte dos seus conhecimentos teóricos e da sua própria experiência, e as suas hipóteses iniciais vão sendo reformuladas e modificadas à medida que o estudo avança. Depois dessa reformulação, e de forma a compreender o problema detectado, foram então definidas as hipóteses de investigação.

O reduzido número de módulos interactivos de Química de laboratório nos Centros e Museus de Ciência deve-se a:

- **H₁ – Custo de concepção dos módulos.**
- **H₂ – Custo de manutenção dos módulos.**
- **H₃ – Factores de segurança.**
- **H₄ – Necessidades especiais de monitorização.**
- **H₅ – Gestão de resíduos.**
- **H₆ – Natureza dos processos químicos.**
- **H₇ – Outros.**

1.4. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Foram diversas as limitações para a realização deste estudo. Dada a impossibilidade de realizar uma análise presencial em todos os Centros de Ciência do país, foram seleccionados quatro dos Centros de Ciência mais representativos de Portugal para visita e estudo no local, a saber: o Visionarium – Centro de Ciência do Europarque, o Pavilhão do Conhecimento, o Exploratório – Infante D. Henrique e a Fábrica – Centro de Ciência Viva.

Paralelamente, foram analisados os *sites* dos restantes Centros de Ciência portugueses e de cerca de 400 estrangeiros. No entanto, os dados retirados dos *sites* têm bastantes limitações, pois nem sempre reflectem a realidade desses espaços – por omissão e/ou desactualização da informação –, e porque dependem da informação que os Centros e Museus de Ciência pretendem disponibilizar, bem como do próprio tipo de *site* que têm. Por outro lado, há casos em que os *sites* destas instituições são bastante complexos e em permanente actualização, o que pode levar a que alguns dados que constam nas bases de dados desenvolvidas neste trabalho possam, entretanto, perder a sua actualidade: uma consequência inevitável no dinâmico mundo virtual.

Por outro lado, a dispersão de módulos de Química por diferentes áreas expositivas, obedecendo a lógicas de organização muito diversas e, por vezes, discutíveis, tornou a pesquisa mais difícil. Um módulo que se encontra numa determinada área temática num Centro ou Museu de Ciência podia encontrar-se em outra área noutro Centro ou Museu de Ciência. E analisar essas diferenças através dos *sites* não se tornou tarefa fácil.

Também é de sublinhar o facto da bibliografia sobre este tema ser escassa. Se a nível internacional ainda foi possível ter acesso a alguns estudos e artigos sobre este tema, a nível nacional, a bibliografia é quase inexistente, reduzindo-se a alguns artigos científicos e dissertações de mestrado e doutoramento sobre Centros e Museus de Ciência, não tendo sido encontrado nenhum artigo específico sobre os módulos interactivos de Química. Esta limitação pode não reflectir a realidade da produção bibliográfica sobre este tema. Mas, se assim for, traduz uma outra limitação: a escassa divulgação dos artigos produzidos por parte das instituições e/ou dos investigadores. Esta limitação foi, de certa forma, contornada através do contacto directo (por *e-mail* e telefone) com alguns investigadores e especialistas desta área.

Margem delimitadora de qualquer processo de investigação, a metodologia de investigação seleccionada encerra em si limitações que devem ser igualmente

consideradas na análise dos resultados obtidos. Como exemplo, podemos referir a subjectividade do método de análise das entrevistas, que encerra, por natureza, contingências que devem ser tomadas em consideração aquando da apreciação dos seus resultados.

No entanto, estas limitações não constituíram impedimento para validar os resultados do estudo efectuado e as conclusões que se retiraram a partir da análise dos mesmos.

1.5. PLANO GERAL DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho de investigação divide-se em cinco capítulos. O primeiro capítulo tem como finalidade contextualizar e apresentar o estudo desenvolvido fazendo referência à sua importância e aos principais factores que conduziram à apresentação do problema que serviu de base a esta dissertação. A apresentação das hipóteses de investigação propostas, a explicação das principais limitações e a descrição da estrutura do estudo completam este capítulo.

O segundo capítulo destina-se à apresentação da literatura utilizada no estudo. Exploram-se as questões relacionadas com o papel dos Centros e Museus de Ciência no ensino informal das ciências bem como a problemática da transposição museológica das ciências. Definem-se ainda neste capítulo módulos interactivos, dando-se especial destaque às particularidades e problemas dos módulos específicos de Química. Por último, referem-se dois estudos que abordam a problemática deste trabalho de investigação.

No terceiro capítulo é descrita a metodologia utilizada no desenvolvimento do estudo. É apresentada a pesquisa realizada nos Centros e Museus de Ciência nacionais e internacionais – cujos resultados foram integrados no portal de ciência e cultura científica Mocho – e indicados os instrumentos utilizados para a recolha dos dados: as entrevistas realizadas a colaboradores de Centros de Ciência.

No quarto capítulo são apresentados os resultados do estudo e é feita a análise das entrevistas realizadas. É feita uma comparação quantitativa e qualitativa dos módulos interactivos de Química de laboratório em relação aos módulos interactivos de algumas das áreas da Física nos Centros e Museus de Ciência.

O quinto e último capítulo inclui as conclusões do trabalho de investigação bem como recomendações e sugestões para futuras investigações.

A seguir ao último capítulo é apresentada a Bibliografia que fundamentou toda a dissertação e os Anexos.

Esta dissertação estará integralmente disponível *online*, incluindo os recursos associados ao trabalho, em <http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/vitoria>.

O mesmo conteúdo, em versão *offline*, está incluído no *CD-ROM* associado a esta tese.

CAPÍTULO II

2. REVISÃO DA LITERATURA



- 2.1. centros e museus de ciência
- 2.2. conceito de módulos interactivos
- 2.3. dois estudos sobre a química em centros e museus de ciência

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1. CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA

De acordo com os estatutos do *International Council of Museums* (ICOM) (1946-2001), um museu é definido como “uma instituição permanente, sem fins lucrativos, ao serviço da sociedade e do seu desenvolvimento, aberto ao público, que adquire, conserva, pesquisa, divulga e expõe, para fins de estudo, educação e lazer, testemunhos materiais e imateriais, dos seus povos e seu ambiente” (ICOM, 1989).

Os Centros de Ciência e os Museus de Ciência e de Tecnologia também estão abrangidos por esta definição de “Museu”, sendo aqueles que, ainda de acordo com os mesmos estatutos, englobam as ciências exactas e as suas aplicações.

Como qualquer instituição, os Centros e Museus de Ciência acompanharam as evoluções verificadas na sociedade. Importa, igualmente, sublinhar o paralelismo e cruzamento entre a evolução das correntes pedagógicas e a evolução dos próprios Centros e Museus de Ciência. McManus (1992) caracteriza os Museus de ciência pelas temáticas que o geraram: Museus de história natural (1ª geração), Museus de ciência e indústria (2ª geração) e os Museus de conceitos científicos (3ª geração).

Em meados do século XVIII inicia-se um processo de organização estruturada de colecções/objectos que passam a ser utilizadas como suportes de demonstração, isto é, para o estudo e difusão. É neste período que surge a primeira geração de Museus: os Museus de história natural. Os conteúdos reflectiam as pesquisas desenvolvidas nos diferentes ramos científicos que também se começam a definir. O principal objectivo destes Museus era o de contribuir para o crescimento do conhecimento científico através da pesquisa.

Na segunda geração de Museus, os principais temas eram o mundo do trabalho e o desenvolvimento científico. Esta geração inclui os Museus que contemplavam a tecnologia industrial, tendo funções de serviço público e de ensino mais evidentes que os Museus de primeira geração. Podemos referir como exemplos o *Conservatoire des Arts et Métiers* (França/1794) e o *Franklin Institute* (EUA/1824). Estes Museus constituíam verdadeiras plataformas orientadas para a indústria, proporcionando formação técnica a partir de conferências públicas proferidas pela vanguarda da ciência e da indústria sobre temas relacionados com a Mineralogia, Química, Mecânica, Arquitectura, Matemática, para além da exposição de colecções.

Com a criação do *Deutsches Museum* (Alemanha/1903), surge uma nova geração de Museus. Considerado um marco importante na redefinição dos conceitos e princípios que orientam os Museus contemporâneos de ciência e tecnologia, este museu propunha uma nova forma de comunicação com os seus visitantes: apresentava ao lado do acervo histórico montagens para serem accionadas pelos visitantes. A acção proposta era simplesmente “girar manivelas” para movimentar essas montagens e assim aumentar o interesse do público. Anos mais tarde, observa-se a difusão desta e de outras formas de participação dos visitantes nos Museus de ciência. Módulos do tipo *push-botton* (carregar em botões para obter resposta única) estão presentes no *Museum of Science and Industry* (EUA/1933) e no *Science Museum of London* (Inglaterra / reinaugurado em 1927).

Surgem assim os primeiros módulos interactivos que se difundiram pelo mundo com a denominação *hands-on*¹ que, embora de maior envolvimento físico, apresentam uma única resposta certa, não permitindo o controlo de variáveis.

Surge, desta forma, a terceira geração de Museus de ciência que tem como foco central os fenómenos e conceitos científicos. Nesta geração, a comunicação entre os visitantes e a ciência é caracterizada por uma maior interactividade com os módulos, quando comparada à geração anterior, passando a ser a marca registada desta geração.

Para Oppenheimer (1968), “é quase impossível aprender como alguma coisa funciona a menos que se possa repetir cada passo da sua operação com liberdade”. Esta visão foi fundamental para a criação do *Exploratorium* (EUA/1969) e de uma série de reproduções dos módulos apresentados em espaços similares em todo o mundo.

Nas décadas seguintes (1970 e 1980), os profissionais que concebem e produzem exposições passam também a dispor de um conjunto de evidências oriundas de pesquisas sobre o ensino-aprendizagem de ciências (Cazelli, et al., 1999). A ideia do “aprender fazendo”, bastante difundida no ensino das ciências, encontra nos Museus interactivos um meio de divulgação por excelência. As propostas educativas destes Museus caracterizam-se pela ausência dos objectos históricos, bem como da própria perspectiva histórica da evolução da ciência e da técnica. O contexto histórico-social não faz parte das preocupações pedagógicas de quem concebe as exposições, privilegiando-se uma abordagem que procura acompanhar as constantes discussões

¹ O termo *hands-on* é muitas vezes usado como sinónimo de interacção. Porém, há autores que fazem questão de diferenciá-lo. *Hands-on* seria um termo utilizado para situações que se limitam a requerer o toque ou manuseio sem desencadear respostas diferenciadas.

travadas nas pesquisas. Observa-se a adoção por parte dos Museus de algumas práticas defendidas pela corrente construtivista, nomeadamente a mudança conceptual das concepções alternativas dos estudantes nas ciências, utilizando questões problematizadoras para a exploração dos módulos.

Dentro deste grupo de Museus considerados renovadores, porque representam um marco importante na museologia científica, encontram-se os chamados "*Science Center*", Centros de Ciência, que adquiriram uma grande expansão em todo o mundo desde os princípios dos anos setenta (Cuesta, et al. 2002).

De acordo com Danilov (cit. por Chagas, 1993), os Centros de Ciência surgiram a partir dos Museus de Ciência e Tecnologia e são considerados instituições museológicas que têm como objectivo ensinar fundamentos de Física, Ciências da Natureza, Engenharia, Tecnologia e Saúde de uma forma simultaneamente rigorosa e agradável. Ainda, segundo o mesmo autor, destinam-se a um público heterogéneo, constituído na maioria por crianças em idade escolar e respectivos acompanhantes – professores ou familiares.

O primeiro Centro deste tipo surgiu em Paris: o *Palais de La Découverte*. Mais tarde, e seguindo a mesma filosofia, surge o *Lawrence Hall of Science* ligado à Universidade de Berkeley e o *Exploratorium* de São Francisco, projectado e concebido por Frank Oppenheimer, um físico atómico que quisera criar no seu país um espaço semelhante ao *Deutsche Museum* e ao *Children's Gallery* do *The Science Museum*. Quando Oppenheimer pensou na criação do *Exploratorium* tinha como principal objectivo criar um Museu de Ciência onde os visitantes pudessem tocar e explorar o mundo e a natureza através de exposições com base na audição, visão, gosto, olfacto e tacto.

Paralelamente, os Museus das duas primeiras gerações foram-se renovando e adequando às novas tendências (Cuesta, et al., 2002) e, actualmente, alguns autores já falam numa quarta geração de Museus que se distingue das anteriores pela participação criativa do visitante ao proporcionar-lhe uma experiência definida por ele mesmo através de várias opções (Padilha, 2000). Nestes Centros, as exposições consideradas de "final-aberto" (*open-ended*) vão mais além do simples tocar e manipular: elas procuram, segundo o referido autor, captar e responder às expectativas e necessidades dos visitantes proporcionando experiências, nomeadamente com plantas e animais, relacionadas com problemas do quotidiano.

2.1.1 Características dos Centros de Ciência

As características dos actuais Centros de Ciência, embora com algumas diferenças entre si, baseiam-se em princípios comuns que se reflectem nos seus objectivos, conteúdos e actividades. De acordo com o *European Collaborative for Science, Industry and Technology Exhibitions* (ECSITE), a principal associação de Centros de Ciência europeia, e na linha de pensamento de diversos autores, por exemplo Yu (1999) e Grinell (1988, cit. por Cuesta, et al., 2002), esses mesmos princípios podem resumir-se da seguinte forma:

- Tentam promover a cultura científica e técnica e dar a conhecer tanto as Ciências e as Técnicas como as suas consequências económicas, sociais, culturais e ambientais a todos os cidadãos independentemente da sua idade e da sua preparação cultural.
- Procuram dar ênfase à comunicação da Ciência predominando a finalidade didáctica das exposições.
- Convidam o visitante a participar de forma interactiva manipulando os módulos expostos.
- Tendem a transmitir a Ciência de uma forma interdisciplinar, eliminando as barreiras disciplinares que caracterizam os Museus tradicionais, dando uma visão unificada da realidade.

De acordo com a *Association of Science-Technology Centers* (ASTC) os Centros de Ciência são locais que ligam as pessoas à Ciência. Estes locais dão à Ciência um espaço na comunidade e oferecem às pessoas de todas as idades e estratos a oportunidade de fazer perguntas, discutir e explorar. Os visitantes de um Centro de Ciência podem experimentar módulos interactivos, assistir a sessões de demonstração, participar em *workshops* ou até participar em debates sobre temas científicos.

O processo de aprendizagem nos Museus e Centros de Ciência tem características especiais. Realiza-se de forma espontânea, individualizada e não pode ser imposto já que cada pessoa possui uma bagagem de conhecimentos, experiências, atitudes e interesses muito diferentes (Hein, 1998).

2.1.2 Transposição Museológica

O reconhecimento da necessidade de um maior envolvimento entre o visitante e o objecto do conhecimento científico vem sendo gradualmente incorporado na

elaboração das exposições. O objecto científico não pode ser apresentado da mesma forma como foi gerado, isto é, a partir da mera lógica da construção e do saber da ciência.

Assim como Chevallard (1991) desenvolveu o conceito de transposição didáctica para explicar as transformações do conhecimento produzido no contexto científico para o conhecimento ensinado nas escolas, Simonneaux e Jacobi (1997) descrevem as etapas de uma transposição museológica do saber de referência para o conhecimento a ser apresentado numa exposição.

Entre os elementos que devem ser considerados numa transposição museológica está a abordagem multidisciplinar – epistemologia, sociologia, linguística – o que tem levado à introdução de múltiplas linguagens com a preocupação de integrar conteúdo, demonstração e interacção com o público, tornando as exposições acessíveis aos visitantes, de forma que eles dêem significado aos temas apresentados.

Uma outra dimensão refere-se à problematização do conceito de interactividade. Nem sempre módulos com sinos, assobios ou partes que se movem são os que permitem um envolvimento mental frutífero (Beetlestone, et al., 1998). Muitas vezes a acção dá-se na cabeça do visitante a partir de uma exposição que o envolva afectiva e culturalmente, às vezes até mesmo sem manipular os objectos, desencadeando um processo que poderá levá-lo à compreensão científica desejada, ou pelo menos o aproxime dela.

No processo de transposição museológica, modelos consensuais da ciência transformam-se em modelos pedagógicos que podem ou não levar em conta os modelos mentais dos visitantes. Consideram-se mais efectivos os módulos que oferecem possibilidades diferenciadas de respostas, a partir da escolha do tipo de acção do visitante, sendo conhecidos como de resposta aberta. Por dar hipótese a que os visitantes testem as suas hipóteses, um bom módulo interactivo personaliza a experiência de cada visitante e atende às individualidades de interesse e de conhecimento prévio.

O trabalho de Simonneaux e Jacobi (1997) propõe a noção de transposição museológica como uma operação delicada de transformação, na qual elementos como espaço, linguagem, conceitos e texto estão em jogo. Asensio e Pol (1999) discutem os fundamentos da transposição museológica definindo-a como o processo complexo da adequação de um saber científico para a sua exposição num museu. Para estes autores, devem ser realizadas várias considerações para que as variáveis que influenciam esse processo tenham um mínimo de êxito. Nessa perspectiva, propõem

que, para a adequação e comunicabilidade desse saber em situações de ensino ou de exposição, devem-se ter em conta cinco fontes fundamentais de reflexão:

- a sócio-cultural;
- a disciplinar;
- a psicológica;
- a didáctica ;
- a museológica.

2.2. CONCEITO DE MÓDULOS INTERACTIVOS

O termo interactivo é usado para caracterizar módulos que requerem mais do que o simples envolvimento físico do visitante (*hands-on* ou participativos). Módulos interactivos são aqueles que, apesar de responderem à acção do visitante, isto é, serem reactivos, convidam a uma resposta adicional do visitante – há uma relação de dependência entre o visitante e o módulo (MacClafferty, Rennie, 1996).

Ghose (2000) defende uma clara diferenciação entre os dispositivos participativos, que requerem manipulação pelos visitantes e dão respostas simplificadas e unívocas às questões postas, dos dispositivos interactivos, que requerem uma comunicação bidireccional, proporcionam uma multiplicidade de opções, que podem ser operados de diferentes formas, colocam questões aos visitantes e requerem um processo de descoberta.

Para Oppenheimer (1968) uma exposição interactiva deve combinar a vertente pedagógica com a vertente de entretenimento. Para tal, é necessário conjugar três factores, que caracterizam uma boa exposição, a saber:

- As variáveis dos módulos possam ser alteradas pela acção directa das suas partes. Os resultados podem ser observados directamente e imediatamente sentidos pela percepção humana.
- As exposições devem ser “honestas e simples”: O visitante não está na defensiva, preocupado em ser enganado ou mal orientado.
- Em vez de carregar num botão e ver sempre a mesma coisa, os resultados devem ser abertos.

De acordo com Durant (1992), um módulo interactivo é “ um aparelho que incorpora um princípio científico ou tecnológico elementar e os visitantes são encorajados a ‘brincar’ com este aparelho, geralmente com um mínimo de orientação textual ou de

outro tipo, de forma descobrir o princípio por si próprios". Wagensberg (2000) apresenta uma abordagem diferente ao conceito de interactividade: para este autor, a interactividade é "a forma como o cidadão experimenta as emoções do cientista". Barry (2001) vai mais longe ao defender que "pela manipulação de um dispositivo interactivo, o corpo do visitante torna-se numa fonte de conhecimento e a aplicação dos seus sentidos torna visíveis os princípios científicos".

Nem todos os módulos interactivos têm o mesmo poder de atracção, retenção e implicação sobre os visitantes. Num estudo levado a cabo por Borun & Dritsas (1997, cit. por Sandifer, 2003), são identificadas as características dos módulos que mais atraem ou mantêm a atenção dos visitantes:

- Os que podem ser utilizados por várias pessoas, várias mãos ou vários corpos.
- Os que são confortavelmente usados por crianças ou adultos.
- Os que têm resultados múltiplos, ou seja, as observações e os resultados são suficientemente complexos para gerar a discussão do grupo.
- Os que apelam a diferentes estilos de aprendizagem e níveis de conhecimento.
- Os textos são preparados para que as exposições sejam facilmente compreendidas.
- Os que têm vários lados, permitindo que os visitantes se coloquem à volta do módulo.

Para além de diferentes perspectivas sobre o conceito, é também possível falar de diferentes graus de interactividade. De acordo com Delicado (2005), alguns dispositivos interactivos consistem apenas em botões para iluminar uma vitrina obscurecida ou pôr em movimento um mecanismo; outros em abrir uma gaveta ou uma portinhola para ver uma peça ou um texto escondido; outros são jogos de pergunta/resposta em que os conhecimentos ou opiniões dos visitantes são testados; outros são mecanismos clássicos de demonstração de leis da Física (gravidade, inércia); outros ainda são sistemas mecânicos ou electrónicos que respondem ao manuseamento pelos utilizadores de forma variável. Alguns dispositivos têm uma componente fortemente lúdica, outros visam sobretudo a transmissão de conhecimentos.

Alguns autores distinguem entre a interactividade manual, mental e emocional, podendo um mesmo dispositivo combinar as três (Wagensberg, 2000). Ser interactivo pode, assim, ser sinónimo de muitos tipos de acção, ou até não ser sinónimo de qualquer acção/movimento físico por parte do visitante: quando determinado módulo, que não possua sistemas mecânicos de interacção, surpreende e questiona o visitante,

suscitando a sua curiosidade e o seu espírito crítico, também ele pode ser considerado interactivo.

2.2.1 Módulos interactivos de Química: particularidades e problemas

"Ao longo dos dois últimos séculos, a Química mudou o nosso quotidiano mais do que qualquer outra ciência. A Química tornou o nosso mundo mais colorido, mais eficiente, mais confiante e seguro. No entanto, nenhuma outra ciência continua tão associada a tantos sentimentos negativos, a ser tão rejeitada e a provocar tantas inquietações em quase toda a sociedade. Um dos objectivos do ECSITE é o de desenvolver medidas adequadas para quebrar os receios das pessoas, promovendo esta ciência junto de um espectro alargado da opinião pública. Os princípios científicos e informação objectiva precisavam de ser apresentados de uma forma clara e acessível. Quem melhor para desempenhar esta tarefa que os Centros e Museus de Ciência espalhados pela Europa?" (*Site do ECSITE, Out 2006*)

Este desiderato defendido pelo ECSITE é partilhado por muitas outras organizações, nomeadamente ligadas à indústria e ao ensino. No entanto, a Química é uma ciência conceptualmente difícil: o mundo visível (macroscópico) só pode ser explicado e compreendido pelo mundo invisível (microscópico) dos átomos, moléculas e ligações atómicas. Adicionalmente, a linguagem Química – símbolos, fórmulas e equações – é também uma barreira à comunicação.

A essência das reacções químicas é a mudança: os reagentes são usados, dá-se a reacção e formam-se novos produtos e/ou resíduos. A natureza irreversível dos processos químicos torna a sua demonstração em módulos interactivos muito complicada.

Enquanto que os módulos interactivos da Física podem ser usados vezes sem conta, com pouco desgaste dos materiais e com pouca necessidade de manutenção, os que ilustram os Princípios Químicos têm custos de funcionamento mais elevados, pois gastam reagentes, têm grandes exigências de manutenção, exigem uma monitorização/acompanhamento mais especializada, para além de levantarem problemas ao nível da segurança (de visitantes, técnicos e monitores) e da gestão dos resíduos produzidos.

É também importante referir que os módulos de Química só podem ser bem sucedidos se forem concebidos de acordo com as últimas teorias relativas à transposição

museológica, o que implica uma abordagem mais criativa do que a que tem vindo a ser seguida, recorrer a elementos mais atractivos e imaginativos, não esquecendo as potencialidades dos recursos multimédia, entre outros.

Gilbert (2005) refere que os Centros de Ciência e Tecnologia já se confrontam com a dificuldade de conceber módulos interactivos de Química há muitos anos. Isto advém do facto de estes módulos não serem tão robustos como os de Física e de precisarem constantemente do reabastecimento de reagentes. Outro problema referido por este autor é que o tempo necessário para que um fenómeno químico aconteça nem sempre ocorre durante o tempo que o visitante dedica, em média, a um módulo, agravado pelo facto de este tipo de fenómenos nem sempre terem impacto visual. Para este autor, mesmo quando os módulos permitem a interacção, requerem a manipulação de comandos que implicam conhecimentos que não são aprendidos em poucos segundos. Para o sucesso destes módulos, as soluções químicas têm que estar previamente misturadas, o fenómeno ser visível, não ambíguo e observado em segurança. Dadas estas exigências, os módulos interactivos de Química acabam por não ser bem conseguidos na maior parte das exposições dos Centros e Museus de Ciência.

Trautmann, Silberman e Merkel (2004) partilham da opinião que a Química não está bem representada nos Centros e Museus de Ciência. Para estes autores, isto deve-se ao tipo de módulos interactivos que têm vindo a ser utilizados, que precisam de um acompanhamento mais frequente e levantam questões pertinentes em relação à segurança. A maior parte das exposições de Química acabam por recorrer a analogias da Física para apresentar processos físico-químicos, ou “olhar mas não mexer” em objectos que se encontram em caixas de vidro. Nos últimos anos, e de forma a contornar estas contingências, os Centros e Museus de Ciência começaram a organizar sessões experimentais de Química, de forma a colmatar o reduzido número de módulos interactivos disponíveis nos seus espaços expositivos. Para estes autores, as actividades com maior sucesso são as que têm as seguintes características:

- Sejam actividades típicas de laboratório.
- O tempo de duração da actividade seja curto.
- Usem soluções diluídas.
- Usem, de preferência, químicos não-tóxicos, não inflamáveis e não corrosivos, o que elimina automaticamente o uso de soluções ácidas ou básicas, soluções iónicas de metais pesados e a maior parte de solventes orgânicos.
- Utilizem equipamento simples, excluindo discos eléctricos, bicos de Bunsen, agitadores e material de vidro.

- Devem ser testadas previamente, pois mesmo actividades que utilizem materiais simples podem causar problemas inesperados.
- Sempre que possível, devem ser usados produtos químicos familiares, de uso corrente.
- A actividade deve ser apresentada em forma de problema e a sua solução passe pelo manuseamento de químicos, de uma forma controlada. Um exemplo referido pelos autores é:

“Consegues fazer uma solução que conduza a electricidade para que a campainha toque?”

Ainda de acordo com aqueles autores, outro ponto importante nestas actividades é o de os visitantes observarem algum tipo de alteração durante a reacção: pode ser uma mudança de cor, a formação de um precipitado, libertação de gases ou até a mudança de temperatura.

O recurso a simulações computacionais, tipo laboratório virtual, permite explorar reacções mais complexas e que envolvam reagentes químicos perigosos. Podem ser uma solução para os problemas de segurança e de custos de manutenção. No entanto, é uma abordagem que se pode revelar pouco eficaz, pois requerem um certo tempo de aprendizagem por parte do visitante, não só para contextualizar a experiência a realizar, mas também para se familiarizar com as próprias funcionalidades do módulo, o que pode facilmente desmotivar o visitante, para além de não permitir um real envolvimento deste com os temas abordados.

Uma abordagem diferente para resolver este problema é sugerida por Collard e McKEE (1998). Estes autores propõem o desenvolvimento de módulos interactivos de Química baseados nos polímeros pois, pelas suas características, são um exemplo de produtos químicos úteis, não tóxicos e de manipulação segura que podem ser usados no desenvolvimento de programas educacionais de Química. Dadas as suas propriedades, a sua reactividade e a sua estrutura, possuem argumentos fortes para servirem como tema base para uma introdução à Química.

Apesar da importância deste tema, importa sublinhar o facto de não existir muita literatura disponível sobre este assunto. Para se contornar esta limitação, recorreu-se ao contacto directo com alguns investigadores e especialistas desta área. Assim, para além dos autores já referidos, registam-se aqui algumas opiniões obtidas nesses contactos.

O Professor Michael Templeton, autor do livro *"A Formula for Success: Chemistry at Science Museums"*, foi o investigador responsável por um dos mais aprofundados

estudos realizado sobre a Química nos Centros e Museus de Ciência (e que será explorado no ponto seguinte). No âmbito desta dissertação, foi possível entrar em contacto (via correio electrónico) com este autor (Anexo I).

Quando solicitado a dar a sua opinião sobre os principais problemas associados aos módulos interactivos de Química, o Professor Michael Templeton referiu que, “quando o estudo foi realizado, em 1990, era muito difícil conceber os módulos interactivos de Química, eram muito caros e envolviam a utilização de materiais perigosos. Na altura, os módulos interactivos mais bem sucedidos que eram classificados como de Química eram, na realidade, módulos de Física. Isto porque aquilo que os responsáveis pela concepção e criação de módulos melhor sabiam fazer eram módulos interactivos de Física. Desde então, a Química mudou, assim como os Centros e Museus de Ciência mudaram. Existe muito mais tecnologia disponível, mais simulações e assiste-se a uma grande influência da Química nas Ciências Biológicas. Por exemplo, o papel das moléculas da água é a chave de muitas reacções, bem como um tema muito interessante por si mesmo. As simulações moleculares constituem opções de interactividade muito interessantes, pois permitem aos visitantes mexer e combinar modelos reais de moléculas”.

Outro projecto que se debruçou sobre este problema foi desenvolvido no seio do ECSITE. Esta associação europeia de Centros e Museus de Ciência impulsionou o desenvolvimento de módulos interactivos de Química através de um projecto colaborativo com vários dos seus associados: o projecto “*Chemistry in European Museums – ChEM*”, que também será aprofundado no ponto seguinte. Importa, por agora, reter algumas informações que o Dr. Ulrich Kernbach, do *Deutsches Museum* e Gestor do projecto ChEM, nos transmitiu por correio electrónico sobre os problemas relacionados com os módulos interactivos de Química (Anexo I). Para além dos problemas com a segurança, a gestão dos resíduos, a necessidade de um acompanhamento diferenciado e dos custos também associados a estes módulos, o Dr. Kernbach refere outro problema importante: “as reacções químicas são processos invisíveis, apenas sendo possível ver os resultados, como os materiais, as cores, etc... Mas o processo é algo virtual, uma estrutura teórica...”.

Já Daniel Tan Teck Meng do *Singapore Science Centre*, também num contacto via correio electrónico (Anexo I), referiu que, tendo em conta os problemas associados aos módulos interactivos de Química de laboratório (*wet chemistry*), aquele Centro opta por abordar este tema apenas em sessões experimentais realizadas num laboratório. No entanto, defende a necessidade de “se inovar e pensar novas formas de apresentar alguns dos módulos, por exemplo, através de simulações de computador, modelos mecânicos, entre outros. A Química é um tema tão vasto que há

muitas coisas que podem ser abordadas sem ser as reacções químicas – de facto, nós podemos também olhar para os aspectos físicos e moleculares das reacções químicas, com modelos e simulações”.

Outra opinião obtida sobre este problema foi a da Professora Doutora Marta C. Lourenço – Museu de Ciência da Universidade de Lisboa e Investigadora do Centro de História das Ciências da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa que, através de uma conversa telefónica, referiu que o reduzido número de módulos interactivos de Química deve-se, essencialmente, a dois problemas: em primeiro lugar, a segurança – enquanto a segurança num módulo de Física pode, normalmente, estar controlada, num módulo de Química isso pode não acontecer; em segundo a irreversibilidade – depois da utilização de um módulo interactivo de Química pode haver necessidade de limpar, reabastecer com novos reagentes e apoio técnico, e é muito difícil gerir estas necessidades, em tempo real, para se dar início a um novo ciclo.

2.3. DOIS ESTUDOS SOBRE A QUÍMICA EM CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA

2.3.1 O estudo da *Association of Science-Technology Centers* (ASTC)

O principal estudo realizado sobre como a Química está presente nos Centros e Museus de Ciência foi realizado pela ASTC em 1990. O coordenador desse estudo foi o Professor Michael Templeton que, no seu livro "*A Formula for Success: Chemistry at Science Museums*" (1992), apresenta os objectivos, a metodologia e os principais resultados daquele estudo.

Em 1990, foi enviado um pedido a todos os membros da ASTC para enviarem uma descrição das actividades de Química realizadas nos seus espaços: 47 Museus responderam. Os resultados desse estudo preliminar ajudaram a definir um inquérito mais rigoroso. Foram enviados 600 inquéritos para 185 instituições Norte Americanas, incluindo membros da ASTC e um pequeno grupo de organizações ligadas à Química.

O objectivo do estudo era o de determinar a abrangência, o tipo e a quantidade de actividades científicas de Química nos Museus. Os Museus que responderam representam objectivamente como a Química é tratada na museologia.

2.3.1.1 Principais resultados

Dos 185 Museus inquiridos, 66% (124) devolveram os inquéritos devidamente preenchidos. Nestes estavam incluídos a maioria dos Centros de Ciência norte-americanos e um largo espectro de outros Museus que se dedicam à divulgação da ciência.

Cerca de 2/3 dos Centros e Museus de Ciência que responderam ao inquérito incluíam a Química nas suas actividades. Foi pedido às instituições para quantificarem o peso das actividades relacionadas com a Química no cômputo geral da sua actividade. Apesar de 28% não realizar actividades relacionadas com a Química, mais de metade (58%) indicaram que 1 a 9% da sua actividade é relacionada com a Química e 12% indicaram uma actividade relacionada com a Química de 10 a 19 %. Os Centros de Ciência foram o grupo que indicou os maiores níveis de actividade relacionada com a Química.

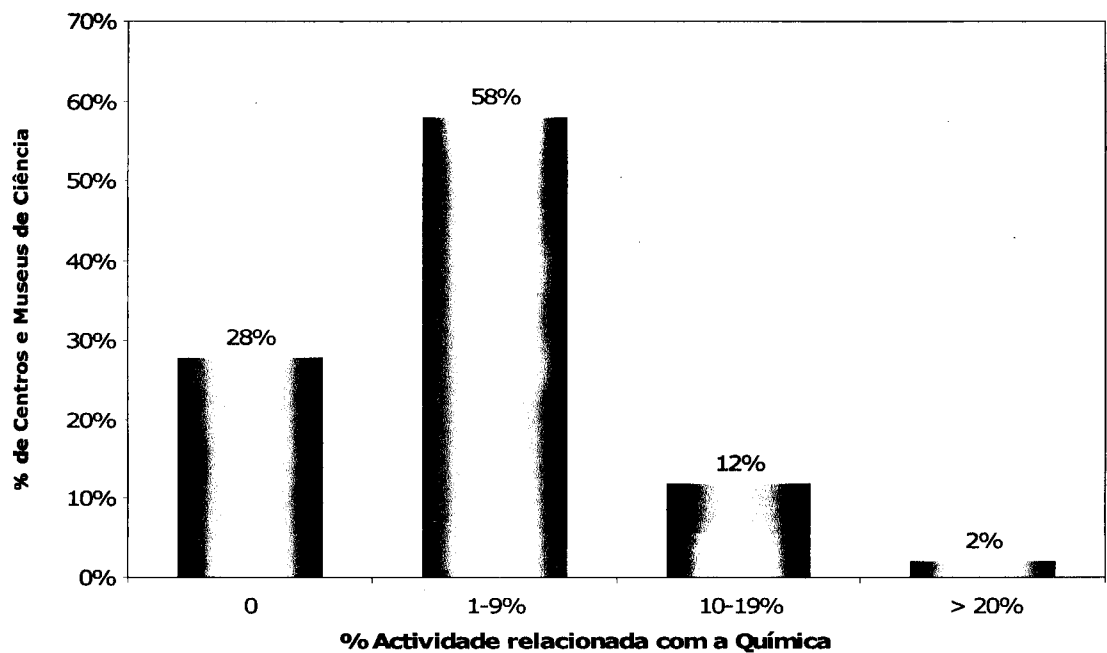


Gráfico 1 – Nível de actividade relacionada com a Química nos Centros e Museus de Ciência.

A Química raramente é o principal tema das exposições dos Centros e Museus de Ciência: das instituições que responderam ao inquérito, apenas 32% referiram possuir exposições ou módulos interactivos de Química. No entanto, constatou-se que algumas das exposições ou módulos referidos como de Química possuem uma maior ênfase na Física.



Gráfico 2 – Percentagem de Centros e Museus de Ciência que possuem exposições/módulos interactivos de Química

Por outro lado, quase 2/3 da amostra promovem programas de Química: 351 programas diferentes. Um número substancial de Museus oferecia também actividades de formação em Química a professores.

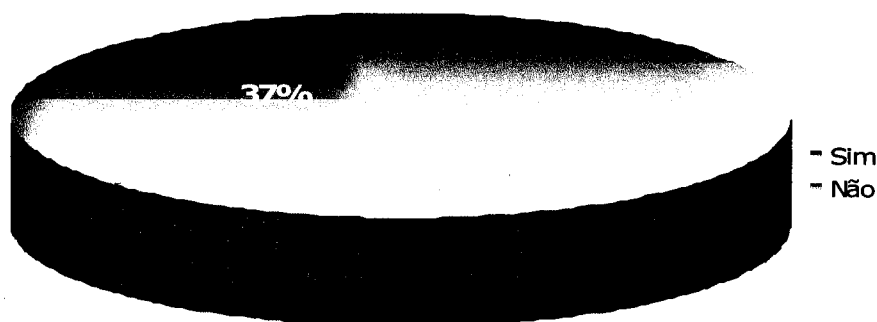


Gráfico 3 – Percentagem de Centros e Museus de Ciência que organizam actividades experimentais de Química

2.3.1.2 Recursos disponíveis

Os recursos técnicos disponíveis pelas instituições eram limitados. Apenas alguns Museus (10%) podiam ser caracterizados como bem equipados, e metade tinham recursos e instalações equiparadas às de uma escola secundária. No entanto, mais de metade dos Museus indicaram possuir 1 ou mais colaboradores com formação em Química e quase 3/4 possuem 1 ou mais elementos nas suas direcções ou conselhos científicos ligados à ciência Química ou à indústria Química.

2.3.1.3 Exposições

Como já foi referido, 35 instituições (32%) indicaram possuir exposições de Química: um total de 78 exposições referidas, uma média de 2,2 exposições de Química por instituição. Dos 72 Centros e Museus de Ciência que referiram desenvolver actividades de Química, 37 não possuíam quaisquer exposições de Química.

Foi pedido aos participantes no inquérito que descrevessem os módulos das exposições de Química (um módulo foi definido como uma pequena sessão ou elemento de uma exposição que aborda apenas um tópico ou conceito). 28 Museus descreveram um total de 95 módulos. A Física ou os princípios físicos que estão na base da Química representaram 40% destes módulos. Cerca de 15% dos módulos eram relacionados com Biologia e Bioquímica, 14% com Química inorgânica, 11% como Química orgânica, 7 % como Química industrial e 3% como história da Química.

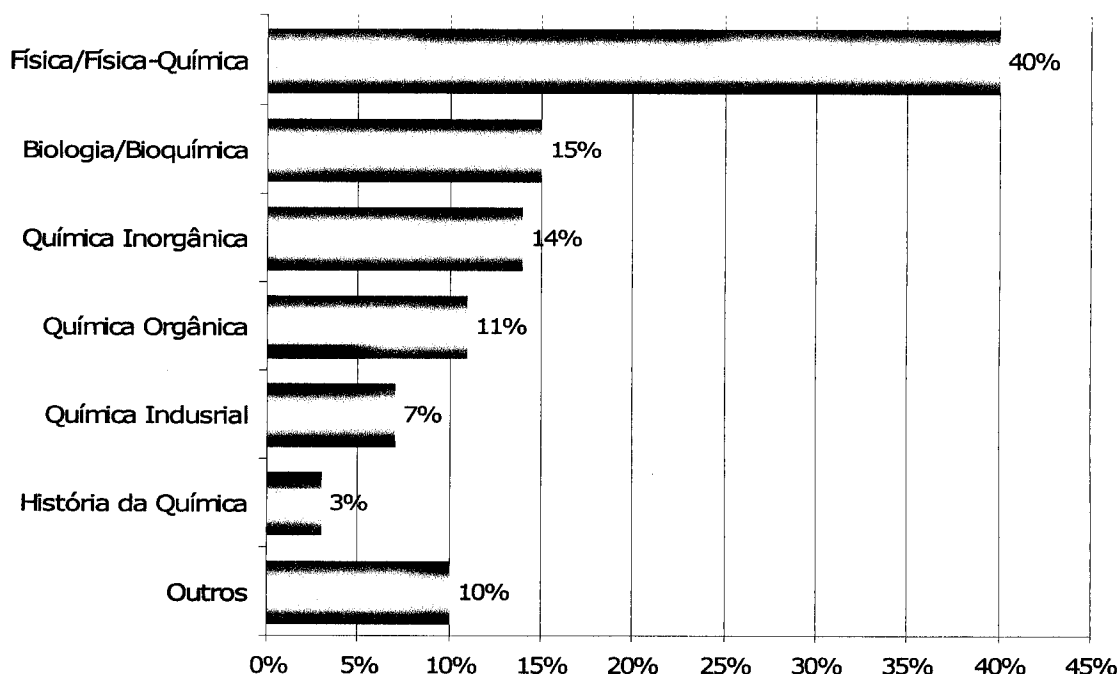


Gráfico 4 - Distribuição por áreas dos módulos interactivos de Química existentes nas instituições

2.3.1.4 A Conferência de Belmont

Na sequência deste estudo, a ASTC organizou, em Dezembro de 1990, uma conferência na Sociedade Americana de Química que reuniu 21 químicos e profissionais de Centros e Museus de Ciência. O objectivo era discutir questões relacionadas com a literacia da Química, bem como analisar os resultados obtidos com o estudo realizado no início desse ano.

Reafirmada a necessidade de uma maior divulgação da Química junto do público em geral, bem como da importância estratégica dos Centros e Museus de Ciência para esse objectivo, foram apontados os principais obstáculos que estas instituições enfrentam para cumprir esse desiderato:

- Os recursos criativos destas instituições não estão focados nem no desenvolvimento conceptual nem na realização técnica de módulos interactivos de Química. A Química de laboratório é difícil de transpor para um modelo expositivo,

levando a crer que a Química não é viável como tema expositivo. Mas nem toda a Química interactiva é de laboratório, e tem havido pouca exploração por parte dos Museus dos recentes métodos de ensino da microquímica. Os Centros e Museus de Ciência já estabelecidos têm mantido os programas de Química existentes e os novos têm-nos igualmente adoptado, não havendo muita inovação nesta área, mantendo-se o mesmo tipo de oferta educativa ao longo de vários anos.

- Por outro lado, o diálogo entre químicos e os Centros e Museus de Ciência é diminuto. Aumentando o número de pessoas com formação em Química nos Centros e Museus de Ciência, associado à vontade dos responsáveis destas instituições de eliminar os preconceitos em relação à Química, poderiam ser dinamizadas as relações entre os responsáveis pela divulgação e pelo ensino da Química dentro e fora dos Museus.
- O desenvolvimento de actividades experimentais de Química é limitado devido à escassez de recursos das instituições. De forma a desenvolver actividades de forma segura e eficiente, são necessários recursos substanciais. A maior parte das instituições apenas dispõe de livros, um *stock* básico de produtos químicos e, em poucos casos, um pequeno laboratório. Será necessário apoio financeiro para que os Centros e Museus de Ciência possam desenvolver actividades ligadas à Química que tenham um impacto significativo na popularização da Química.

Tendo em conta este contexto difícil, mas conscientes da possibilidade de o alterar, os participantes desta conferência elaboraram um conjunto de recomendações para os responsáveis dos Centros e Museus de Ciência:

- Desenvolver esforços no sentido de aumentar a qualidade das exposições e das actividades de Química. Estes esforços devem estar orientados para o desenvolvimento de mais exposições e programas que tenham como principal objectivo alterar os estereótipos que o público em geral tem sobre a Química.
- Devem servir de ambientes de ensaio para novas políticas de divulgação da Química. Este objectivo passa pela dinamização de actividades complementares às exposições e que privilegiem o envolvimento de diferentes públicos, nomeadamente actividades direccionadas para a família ou para serem realizadas em casa (por exemplo, criar substitutos para os desactualizados jogos “kits de Química”, que foram uma inspiração para muitos dos actuais profissionais da Química).
- O apoio aos professores é fundamental. Os serviços educativos dos Centros e Museus de Ciência devem dar uma especial atenção à Química nas actividades de formação e apoio que organizam para professores. Estas instituições podem ajudar

os professores no seu objectivo de estabelecerem pontes entre os conteúdos leccionados e experiências da vida real.

- Divulgar a Química como uma opção profissional para todos. Os Centros e Museus de Ciência devem desenvolver programas que demonstrem a ligação da Química a diferentes profissões, de forma a influenciar as opções profissionais dos jovens.
- Angariar apoios específicos para as suas actividades de Química, ao nível de equipamentos, recursos humanos e do próprio desenvolvimento de conteúdos. As associações e as empresas do sector podem ser uma fonte de apoio significativa.
- Adicionalmente, é sugerido que os Centros e Museus de Ciência fortaleçam o seu próprio capital intelectual, encorajando os seus colaboradores a participarem activamente em associações do sector químico (por exemplo, a Sociedade Americana de Química), a dinamizarem contactos com profissionais do sector de forma a melhor identificarem formas possíveis de colaboração, e a envolverem-se mais directamente com outras iniciativas colaborativas locais ou nacionais, nomeadamente com instituições congéneres, para o desenvolvimento de acções que visem a popularização da Química.

2.3.2 “Chemistry in European Museums – ChEM”: Um projecto europeu

No ano de 1993, o *European Collaborative for Science, Industry and Technology Exhibitions* – ECSITE, a principal associação de Centros e Museus de Ciência europeia, organiza uma conferência para analisar e propor acções para alterar a imagem negativa da Química junto da sociedade.

O objectivo das discussões era desenvolver medidas adequadas para alterar esta situação: destruir os preconceitos existentes em relação à Química, aumentando a confiança das pessoas nesta ciência. Os princípios científicos e a informação deveriam ser apresentados de uma forma clara e acessível. E quem melhor para levar a cabo esta tarefa que os Centros de Ciência e Museus de Tecnologia espalhados pela Europa.

Em 1994, na sequência dessa conferência, representantes de 15 Centros de Ciência e Tecnologia de 13 países aceitaram o convite do *Deutsches Museum* para participar numa *workshop* em Munique para discutir como é que a Química poderia ser apresentada nos Museus de uma forma mais atractiva, clara e objectiva possível. Os Museus participantes uniram esforços sob a égide do ECSITE e trabalharam ao longo de 3 anos para alcançar aquele objectivo. Nasce assim o projecto “Chemistry in European Museums – ChEM”, apresentado ao público em 1997.

2.3.2.1 O Conceito

O desenvolvimento de módulos interactivos é caro e leva bastante tempo. Uma instituição por si só não consegue desenvolver e/ou financiar muitos destes módulos. O objectivo do projecto ChEM era o de, em conjunto, desenvolver aproximadamente 50 módulos inovadores, originais e didácticos até ao ano 2000. O desenvolvimento e a produção dos protótipos foram financiados pela indústria Química e pela União Europeia. Cada instituição teria apenas que suportar os custos da produção e da adaptação dos módulos que fossem do seu interesse. Para além da questão económica, este projecto garantia elevados padrões de qualidade e assumia-se como uma abordagem consistente à divulgação da Química nos Centros e Museus de Ciência.

2.3.2.2 A Mensagem

Paralelamente ao desenvolvimento dos módulos, foram definidos oito temas globais que orientaram esta nova abordagem da divulgação da Química. Os Centros e Museus de Ciência envolvidos reorganizaram os seus espaços dedicados à Química em função desses vectores, deixando as habituais formas de organizar as suas exposições – orgânica, inorgânica e engenharia Química – por *slogans* que evocam uma ligação emotiva e directa à vida quotidiana, envolvendo, informando e clarificando conceitos.

Os oito temas globais são os seguintes:

- Tu és Química!
- ... e o resto do universo também!
- A Química inventa novos materiais *à la carte*!
- Na Química não há cópias de moléculas, apenas originais idênticos!
- A Química providencia soluções para os seus próprios problemas!
- Não há substâncias tóxicas, apenas doses tóxicas!
- Beethoven, Dante, Velásquez, Lavoisier...!
- Nem os químicos são perfeitos!

Estes temas orientaram a produção de 8 mini-filmes, com uma duração de cerca de 1,5-2 minutos cada, cujo objectivo era promover esta nova forma de abordar a Química. Os mini-filmes foram postos à disposição das diferentes instituições envolvidas no projecto.

2.3.2.3 Os Protótipos Desenvolvidos

A ideia central do projecto, a de redefinir e dinamizar a forma como a Química era apresentada nos Centros e Museus de Ciência, desenvolvendo módulos inovadores e atractivos, materializou-se no ano de 2000, ano em que foram apresentados os 30 protótipos que resultaram deste projecto. Estes protótipos continuam disponíveis para reprodução e apresentação em todos os Museus europeus. Eis alguns exemplos:



Figura 1 – Módulo interativo "Acid Test" (Teste de acidez)

Retirado do site:
http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/acid/default.htm

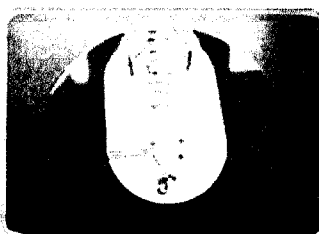


Figura 2 – Módulo interativo "Build a Battery" (Construir uma bateria)

Retirado do site:
http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/build_battery/default.htm



Figura 3 – Módulo interativo "Chemistry in an Aquarium" (Química num aquário)

Retirado do site:
http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/chemistry_in_aquarium/default.htm

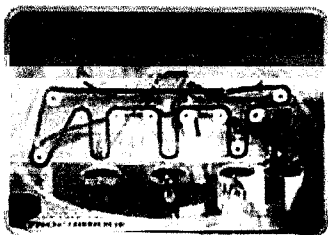


Figura 4 – Módulo interativo "Corrosion" (Corrosão)

Retirado do site:
http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/corrosion/default.htm#

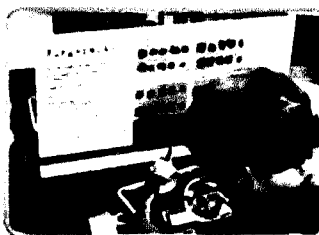


Figura 5 – Módulo interativo "Crime Lab" (Laboratório de Crime)

Retirado do site:
http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/crime_lab/default.htm

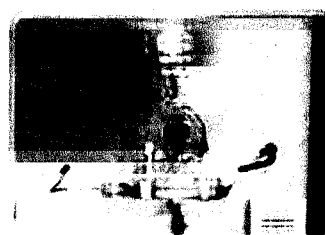


Figura 6 – Módulo interativo "Distillation" (Destilação)

Retirado do site:
http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/distillation/default.htm#



Figura 7 – Módulo interativo "Everyday Chemistry Lab" (Laboratório do dia-a-dia)

Retirado do site:
http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/everyday_lab/default.htm



Figura 8 – Módulo interativo "Gas Chromatography" (Cromatografia gasosa)

Retirado do site:
http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/gas_chromatography/default.htm#

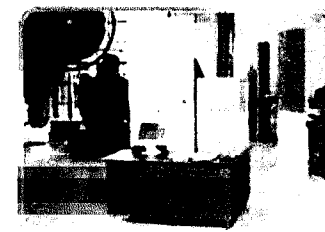


Figura 9 – Módulo interativo "Gold?" (Ouro)

Retirado do site:
http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/gold/default.htm

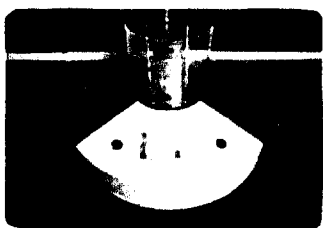


Figura 10 – Módulo interativo "Growing Crystals" (Cristais em crescimento)

Retirado do site:

http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/growing_crystals/default.htm#



Figura 11 – Módulo interativo "The Hydrogen Rocket" (Foguetão de Hidrogénio)

Retirado do site:

http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/hydrogen_rocket/default.htm

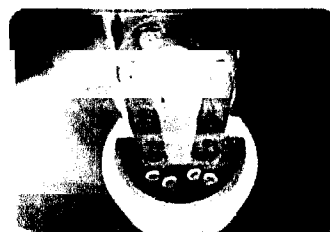


Figura 12 – Módulo interativo "Miniature Magnets" (Pequenos imãs)

Retirado do site:

http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/miniature_magnets/default.htm

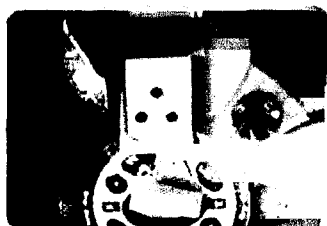


Figura 13 – Módulo interativo "Paper Chromatography" (Cromatografia em papel)

Retirado do site:

http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/paper_chromatography/default.htm

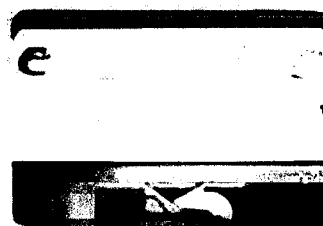


Figura 14 – Módulo interativo "Plastic Properties" (Propriedades dos plásticos)

Retirado do site:

http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/plastic/default.htm#



Figura 15 – Módulo interativo "Wardrobe" (Armário)

Retirado do site:

http://www.chemistryforlife.org/virtual_gallery/wardrobe/default.htm#

Quando solicitado a responder a algumas questões sobre este projecto, o Dr. Ulrich Kernbach (gestor do projecto ChEM) refere no seu *e-mail* (Anexo I) que, apesar das expectativas iniciais serem muito elevadas para os resultados obtidos, trata-se de um projecto único e de resultados globalmente positivos: foram criados 30 novos módulos interactivos de Química; produzidos 8 mini-filmes sobre Química; os Centros e Museus de Ciência conseguiram conceber módulos que não conseguiriam sem os apoios previstos neste projecto; foi o primeiro projecto que uniu Centros e Museus de Ciência e a indústria Química; serviu de matriz para outros projectos de natureza colaborativa dentro do ECSITE; entre outros.

Uma opinião diferente sobre os resultados alcançados por este projecto é a de Gilbert (2005), segundo o qual os módulos desenvolvidos são pouco criativos e os assuntos abordados (corrosão, construção de baterias, destilação, entre outros) já são abordados experimentalmente nos últimos quarenta anos na maior parte das escolas. Este autor levanta mesmo a hipótese destes assuntos serem parcialmente responsáveis pela alienação da Química por parte dos jovens.

No entanto, e de acordo com as próprias palavras de um dos fundadores do projecto, Professor Wolf Peter Fehlhammer (2000), é necessário dar continuidade a este projecto, o que passa por:

- Maior disseminação e adopção dos materiais desenvolvidos.
- Enriquecimento e alargamento do poder educacional do *site* do projecto através da incorporação de novos materiais (mais animações, materiais de preparação de visita a Museus para professores, *links* para *sites* relacionados com Química, entre outros).
- Publicitar e promover actividades, i.e., artigos em jornais científicos e técnicos, exposições itinerantes, eventos especiais tais como “Semana da Química” em Museus.
- Pensar em conceber protótipos mais baratos e mais flexíveis.
- Desenvolver técnicas para avaliar a eficácia dos vários elementos do projecto.

CAPÍTULO III

3. O ESTUDO REALIZADO



3.1. metodologia

3.2. módulos interactivos de química nos centros e museus de ciência portugueses

3.3. a química nos centros e museus de ciência estrangeiros

3.4. integração das informações recolhidas no portal Mocho

3.5. entrevistas a colaboradores de centros e museus de ciência

3. O ESTUDO REALIZADO

3.1 METODOLOGIA

Neste capítulo é feita a descrição da metodologia de investigação utilizada para estudar as razões que possam explicar o número reduzido de módulos interactivos de Química de laboratório nos Centros e Museus de Ciência quando comparado com os módulos interactivos de outras áreas da ciência. Para dar resposta a este problema foram formuladas hipóteses de investigação que se pretendem testar com este estudo.

Segundo Wellington (2000), metodologia é a actividade de escolher, reflectir, avaliar e justificar os métodos utilizados numa qualquer investigação. Ninguém se pode pronunciar sobre a validade de uma investigação sem conhecer a metodologia utilizada na mesma.

Existem diversas metodologias de investigação em educação que podem ser, de uma forma um pouco simplista, divididas em métodos quantitativos e qualitativos. Existem, também, correntes de pensamento mais de acordo com um tipo de metodologia do que com o outro. No entanto, cada uma tem o seu lugar na investigação em educação.

Os métodos quantitativos são considerados frágeis em termos de validade interna, isto é, nem sempre sabemos se medem o que pretendem medir, no entanto são fortes em termos de validade externa: os resultados adquiridos podem ser generalizáveis para o conjunto da comunidade.

Por seu lado, é reconhecida a validade interna dos métodos qualitativos, pois focalizam as particularidades e as especificidades da amostra estudada, mas são débeis no que diz respeito à possibilidade de generalização dos resultados para todo o universo de estudo (Niero, 1987). Por isso, é muito importante poder contar com descobertas obtidas através de métodos qualitativos e quantitativos, que permitam garantir um razoável grau de validade externa e interna.

Bogdan & Biklen (1999) explicitam que investigação qualitativa é usada "como termo genérico que agrupa diversas estratégias de investigação que partilham determinadas características. Os dados recolhidos são designados por qualitativos, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico. As questões a investigar não se estabelecem

mediante a operacionalização de variáveis, sendo formuladas com o objectivo de investigar os fenómenos em toda a sua complexidade e em contexto natural”.

Assim, de acordo com a questão de investigação levantada e com os propósitos do presente trabalho, optou-se por uma metodologia de investigação qualitativa e como técnica de recolha de dados a entrevista.

Apesar da metodologia escolhida ter carácter qualitativo, é importante ter em conta alguns dados quantitativos, como seja o número de Centros e Museus de Ciência com exposições relacionadas com a Química, o número de instituições com módulos interactivos de Química, o número de módulos interactivos de Química comparado com os das outras áreas, entre outros. É importante esta abordagem quantitativa para se ter uma noção mais precisa e crítica do problema que se vai investigar.

Este estudo teve uma primeira fase de pesquisa documental em livros, artigos científicos, revistas específicas da área das ciências, documentos de museografia e principalmente uma pesquisa nos *sites* dos Centros e Museus de Ciência. Foram também visitados alguns Centros de Ciência portugueses onde se fizeram registos dos módulos interactivos de Química e das actividades de Química aí realizadas, usando para isso uma máquina fotográfica digital e conversando com os monitores que estavam nos Centros e Museus de Ciência durante as visitas. Entrou-se também em contacto, através de correio electrónico, com alguns investigadores e especialistas desta área.

Na segunda fase deste estudo, foram realizadas entrevistas a profissionais e colaboradores de Centros e Museus de Ciência, de forma a obter dados mais objectivos para dar respostas às hipóteses colocadas. Para tal, foi elaborado um guião para as entrevistas (Anexo II) de forma a permitir uma melhor orientação das mesmas.

Foram escolhidos os três Centros de Ciência que possuem um maior número de módulos interactivos de Química para a realização das entrevistas, tendo-se entrevistado um total de oito colaboradores destas instituições.

A amostra disponível para a realização deste trabalho era pequena, possibilitando a exequibilidade do uso da técnica de entrevista. As entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas (Anexo III). Depois da transcrição, procedeu-se à respectiva análise das entrevistas.

A investigação qualitativa realizada neste estudo fez-se em contexto natural – as entrevistas foram realizadas nos Centros de Ciência – possibilitando uma investigação rica em pormenores descritivos relativamente aos locais (Centros de Ciência) e às

conversas (entrevistas). Este tipo de estudo aborda essencialmente o significado das coisas, ou seja o “porquê”. Assim, com as entrevistas realizadas e respectiva análise, pretendia-se recolher dados que permitissem dar resposta às hipóteses apresentadas para o reduzido número de módulos interactivos:

H₁ – Custo de concepção dos módulos.

H₂ – Custo de manutenção dos módulos.

H₃ – Factores de segurança.

H₄ – Necessidades especiais de monitorização.

H₅ – Gestão de resíduos.

H₆ – Natureza dos processos químicos.

H₇ – Outros.

3.1.1 Descrição do estudo

Para compreendermos a razão do reduzido número de módulos interactivos de Química nos Centros e Museus de Ciência foram realizadas visitas a Centros de Ciência, analisados cerca de 400 *sites* de Centros e Museus de Ciência, realizadas entrevistas a colaboradores e profissionais de algumas destas instituições e consultados especialistas mundiais desta área. Foram também analisadas algumas experiências de sucesso da divulgação da Química nestes espaços. Passamos a descrever, de uma forma mais detalhada, as actividades desenvolvidas:

a) Foram realizadas visitas aos seguintes Centros de Ciência:

- Exploratório Infante D. Henrique em Coimbra
- Pavilhão do Conhecimento em Lisboa
- Fábrica – Centro de Ciência Viva de Aveiro
- Visionarium – Centro de Ciência do Europarque em Santa Maria da Feira

b) Foram enviados *e-mails* para Centros e Museus de Ciência e associações de Química, nacionais e internacionais. Estes *e-mails* tinham como objectivo obter informações para a revisão bibliográfica e, por outro lado, obter informações mais específicas sobre os módulos de Química existentes nesses locais. Foram também enviados *e-mails* para alguns investigadores nesta área. Os *e-mails* enviados que tiveram resposta constituem o anexo I. Foram enviados *e-mails* para:

- **Prof. Michael Templeton** – Autor do livro " *A Formula for Success: Chemistry at Science Museums*" (Anexo I.(a)).

Conforme referido no Capítulo II, o Professor Michael Templeton coordenou um estudo realizado pela ASTC sobre a Química nos Centros e Museus de Ciência. Dada a impossibilidade de ter acesso ao livro publicado com este estudo (não se encontraram exemplares disponíveis para venda nem para consulta *on-line*), tentou-se um contacto directo com o autor, o qual foi bem sucedido. Foram trocados diversos *e-mails* com este investigador que resultaram em excelentes contributos para este trabalho, nomeadamente: a descrição detalhada do estudo realizado em 1992 e dos resultados obtidos (é de referir que o autor digitalizou o único exemplar do livro que possuía para o enviar por *e-mail*); a sua opinião sobre a situação actual da Química nos Centros e Museus de Ciência; e a sugestão de alguns contactos que deveriam ser realizados.

- **Dr. Ulrich Kernbach** – colaborador do *Deutsches Museum* e gestor do projecto " *Chemistry for Life*" (Anexo I.(b)).

Este colaborador do *Deutsches Museum* também partilhou a sua opinião sobre este assunto ao responder a algumas perguntas que lhe foram colocadas. Fez também um melhor enquadramento do projecto "ChEM" – do qual foi *Project Manager* –, esclarecendo algumas dúvidas que lhe foram colocadas e enviando documentação suplementar sobre este projecto, especificamente, um artigo sobre este tema do Professor Wolf Peter Fehlhammer – antigo Director Geral do *Deutsches Museum* e um dos fundadores do referido projecto.

- **Professora Doutora Marta C. Lourenço** – Museu de Ciência da Universidade de Lisboa e Investigadora do Centro de História das Ciências da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Foi estabelecido um contacto via *e-mail* com a *Real Sociedad Española de Química* com o objectivo de solicitar alguma bibliografia e auscultar a opinião dos seus responsáveis sobre este tema. Esse *e-mail* foi reenviado pela RSEQ a diversos especialistas. Na sequência desse reenvio, a Professora Doutora Marta C. Lourenço disponibilizou-se para ajudar. Através de um contacto telefónico, esta investigadora sugeriu algumas instituições e personalidades a contactar (nomeadamente o Dr. Ulrich Kernbach do *Deutsches Museum*), bibliografia a consultar e a sua opinião sobre o tema.

- **Daniel Tan Teck Meng** – *Singapore Science Centre* (Anexo I.(c)).

Tendo em conta o elevado número de módulos interactivos de Química neste Centro, entrou-se em contacto com o responsável pela área da Química desta instituição para se obter mais informações sobre o tipo e características dos módulos, práticas de segurança e sobre o contexto em que a Química de laboratório era realizada. O *e-mail* recebido explica a abordagem museológica à Química de laboratório (*wet chemistry*) realizada por este Centro.

- **Sue Halliday** - *Education Manager* do *Catalyst Science Discovery Centre and Museum* (Anexo I.(d)).

O *Catalyst Science Discovery Centre and Museum* dedica-se exclusivamente à Química. Dada a falta de informação no seu *site* sobre os módulos em exposição, houve necessidade de entrar em contacto com a instituição, solicitando informações mais pormenorizadas sobre os seus módulos interactivos de Química. A responsável pelo serviço educativo deste Centro fez, especialmente para este estudo, uma descrição pormenorizada desses módulos.

- **Dr.^a Ana Sofia Almeida** – Centro de Ciência Viva de Tavira (Anexo I.(e)).

Dada a escassez da informação disponível no seu *site*, foi solicitado a este Centro informações sobre as experiências de Química que eram realizadas nos laboratórios, bem como sobre um módulo interactivo (pilha de hidrogénio) que, apesar de ainda não se encontrar no Centro (por questões técnicas), é referido no *site*. A Dr.^a Ana Sofia Almeida enviou todas as informações solicitadas de forma bastante pormenorizada.

- **Leslie Patterson** – *Exploratorium*, São Francisco (Anexo I.(f)).

Foram enviados vários *e-mails* a este Centro solicitando uma série de informações sobre os seus módulos interactivos de Química. No entanto, apenas se obteve uma resposta a um último *e-mail* em que era pedida uma relação numérica dos módulos de Química e de Física do Centro.

- **Prof. Bradley D. Miller** - *American Chemical Society* (Anexo I.(g)).

Foi estabelecido um contacto via *e-mail* com a *American Chemical Society* com o objectivo de solicitar alguma bibliografia e auscultar a opinião dos seus responsáveis sobre este tema. O *e-mail* recebido faz sugestões de exploração de dois sites sobre Centros de Ciência.

- **Marieke Hohnen** – *Science Center NEMO* (Anexo I.(h)).

Enviou-se um *e-mail* para este Centro solicitando informações sobre os módulos interactivos e sobre as actividades organizadas no laboratório de Química referido no *site* desta instituição. Essas informações foram fornecidas por esta colaboradora do *NEMO*.

- **Prof. José R. Bertomeu** – *Departament d'Història de la Ciència i Documentació Facultat de Medicina Blasco Ibáñez* (Anexo I.(i)).

Foi estabelecido um contacto via *e-mail* com a RSEQ com o objectivo de solicitar alguma bibliografia e auscultar a opinião dos seus responsáveis sobre este tema. Esse *e-mail* foi reenviado pela RSEQ a diversos especialistas. Na sequência desse reenvio o Prof. José R. Bertomeu respondeu ao *e-mail* sugerindo um contacto com a Dr.^a Ana Carneiro do Museu de Ciência da Universidade de Lisboa (este contacto não se concretizou pois já tinha sido realizado um outro contacto com uma colaboradora daquela instituição).

- **Real Sociedad Española de Química** (Pascual Román - *Dpto. Química Inorgánica, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco*).

Foi estabelecido um contacto via *e-mail* com a RSEQ com o objectivo de solicitar alguma bibliografia e auscultar a opinião dos seus responsáveis sobre este tema. A RSEQ reenviou este *e-mail* para alguns especialistas da matéria, tendo-se obtido algum *feedback* dos mesmos, como já foi mencionado.

Foram também contactadas outras instituições que não deram qualquer resposta, nomeadamente:

- *Société Française de Chimie*
- *Royal Netherlands Chemical Society*
- *Swedish Chemical Society*
- *Royal Society of Chemistry*
- *Oregon Museum of Science and Industry*

- c) Procedeu-se à análise documental de cerca de 400 sites de Centros e Museus de Ciência e recolhida a informação sobre os módulos interactivos e as experiências de Química² de cada uma destas instituições.

² Por "Experiências de Química" entendam-se as actividades experimentais e/ou demonstrativas promovidas por estas instituições, em espaço próprio para este tipo de actividades. Exemplos: sessões de laboratório, *workshops* e programas educativos.

d) Foram criadas duas bases de dados:

- Uma com os Centros e Museus de Ciência a nível mundial organizada por localização geográfica.
- Outra com a descrição dos módulos interactivos existentes e das experiências de Química realizadas em Centros e Museus de Ciência, classificadas por áreas da Química e com a hiperligação directa para o *site* (ou área do *site*) onde é apresentado/a. Esta base de dados (Anexo V) foi colocada em forma de directório no portal de ciência e cultura científica Mocho, no endereço:

<http://www.mocho.pt/Ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/>

e) Foi elaborado um guião para as entrevistas a realizar junto dos colaboradores e profissionais dos Centros e Museus de Ciência. As questões foram estruturadas de modo a que focassem fundamentalmente a caracterização dos módulos interactivos de Química e o contexto em que eles se inserem nos Centros e Museus de Ciência (Anexo II).

f) Uma metodologia utilizada na investigação para recolha de dados foi a entrevista semi-estruturada, procedendo-se, posteriormente, a uma análise de conteúdo das entrevistas. Foram realizadas entrevistas a técnicos/colaboradores dos seguintes Centros de Ciência:

- Exploratório Infante D. Henrique
 - Responsável pela Exposição
 - Responsável pela Manutenção dos Módulos de Química
 - Responsável Administrativo e Financeiro
 - Responsável pelos Guias e Área da Astronomia
- Pavilhão do Conhecimento
 - Director de Exposições
- Visionarium – Centro de Ciência do Europarque
 - Responsável pelo Departamento de Conteúdos e Serviço Educativo
 - Responsável pelo Departamento Técnico
 - Membro do Colégio de Monitores

3.2 MÓDULOS INTERACTIVOS DE QUÍMICA NOS CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA PORTUGUESES

3.2.1 Os Centros e Museus de Ciência em Portugal

Portugal não se excluiu da rapidez com que os Centros de Ciência proliferaram por esse mundo fora. Actualmente, são treze os Centros de Ciência que constituem a Rede de Centros de Ciência Viva³, espalhados por todo o país (figura 16), a saber:

- Centro Ciência Viva do Algarve (Faro)
- Exploratório – Infante D. Henrique Centro Ciência Viva de Coimbra
- Visionarium – Centro de Ciência do Europarque (Santa Maria da Feira)
- Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva (Lisboa)
- Centro Ciência Viva de Vila do Conde
- Centro Ciência Viva da Amadora
- Centro Ciência Viva de Constância – Parque de Astronomia
- Fábrica de Ciência Viva Aveiro
- Centro Ciência Viva de Porto Moniz
- Centro Ciência Viva de Estremoz
- Centro Ciência Viva de Tavira
- Planetário Calouste Gulbenkian – Centro Ciência Viva (Lisboa)
- Centro Ciência Viva de Sintra

³ Rede de Centros criados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia no âmbito do Programa Ciência Viva, criado em 1996 com o objectivo de promover a cultura científica e tecnológica da população portuguesa em geral, e dos jovens em particular.

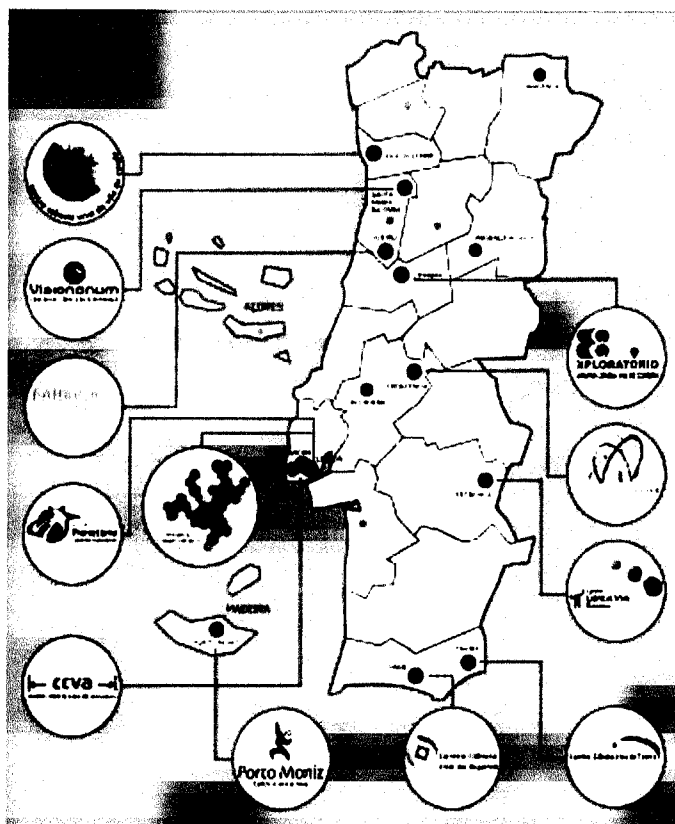


Figura 16 – Mapa da rede de Centros Ciência Viva

Os Museus de Ciência considerados para este estudo foram os seguintes:

- Museu de Ciência da Universidade de Lisboa
- Museu Nacional da Ciência e da Técnica (Coimbra)
- Museu de Ciência da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
- Museu da Ciência e da Indústria (Porto)

A Química está presente nos Centros de Ciência portugueses de diferentes maneiras: quer em módulos interactivos, quer através de experiências de Química, bem como através de exposições temporárias. Estas últimas não foram consideradas para este trabalho visto que, como o próprio nome indica, não têm um cariz permanente e algumas das hipóteses de investigação definidas para este estudo não se adequam para aqueles casos.

Com base nas visitas realizadas e nas informações recolhidas nos *sites* destas instituições, foram analisados os módulos disponíveis, bem como as experiências de Química realizadas. O objectivo da análise das experiências de Química desenvolvidas pelas instituições será aprofundado em capítulos seguintes.

Os Centros e Museus de Ciência com módulos e/ou experiências de Química são:

- Centro Ciência Viva de Tavira
- Centro Ciência Viva de Vila do Conde
- Exploratório – Infante D. Henrique Centro Ciência Viva de Coimbra
- Fábrica de Ciência Viva Aveiro
- Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva
- Museu de Ciência da Universidade de Lisboa
- Visionarium – Centro de Ciência do Europarque

Conforme já foi referido, apenas foram considerados para este estudo os módulos interactivos de Química de laboratório, isto é, aqueles em que se verifica uma transposição efectiva para o módulo de uma técnica de laboratório, ou de uma reacção química, que implique o uso de reagentes e a obtenção dos respectivos produtos e com um modelo de funcionamento de cariz interactivo. Na Tabela 1 são apresentadas as instituições portuguesas com módulos interactivos de Química de laboratório e a respectiva designação dos módulos.

Tabela 1 – Módulos interactivos de Química nos Centros de Ciência portugueses.

INSTITUIÇÃO	DESIGNAÇÃO DO MÓDULO	Nº ⁴
Exploratório Infante D. Henrique	Azul fugidio	1
	Mensagem secreta	2
	Desenho Livre	3
	Magia das cores	4
	Precipitação	5
	Cromatografia em <i>T-shirts</i>	6
	Prego que escreve	7
Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva	Foguetão de hidrogénio	8
	Termocrómico	9
Centro Ciência Viva de Vila do Conde	Géiseres	10
Visionarium Centro de Ciência do Europarque	Electrólise	11
	pH da água	12

Na Tabela 2 faz-se uma breve descrição destes módulos e o enquadramento por áreas.

⁴ Esta indexação numérica é utilizada para facilitar o relacionamento das informações entre as tabelas 1 e 2.

Tabela 2 – Descrição dos módulos interactivos de Química em exposição nos Centros de Ciência portugueses

Nº	MÓDULO	DESCRIÇÃO	ÁREA
1	Azul fugidio	Pintar uma tela com tinta azul (indicador) que muda de cor para incolor.	Reacções de Ácido-base
2	Mensagem secreta	Descobrir uma mensagem secreta que se encontra num papel em branco, borrifando-o com uma solução e deixando-o secar.	Reacções de Ácido-base
3	Desenho Livre	Pintar uma folha de papel com tintura universal e borrifar a folha com soluções com pH diferente.	Reacções de Ácido-base
4	Magia das cores	Escrever num papel uma mensagem com canetas com diferentes soluções. O papel é depois borrifado com uma solução diferente das anteriores. Observa-se a formação de diferentes cores no papel.	Reacções de precipitação
5	Precipitação	Escrever num papel uma mensagem com canetas com diferentes soluções. O papel é depois borrifado com uma solução diferente das anteriores. Observa-se a formação de diferentes cores no papel.	Reacções de precipitação
6	Cromatografia em <i>T-shirts</i>	Desenhar numa <i>T-shirt</i> com um marcador. O desenho é depois borrifado com uma solução que provoca a separação das cores na <i>T-shirt</i> .	Técnicas de separação de misturas
7	Prego que escreve	Usar um prego de ferro para escrever numa folha de papel previamente humedecida com uma solução.	Reacções de oxidação - redução
8	Foguetão de hidrogénio	Por acção da força muscular é accionado um gerador que produz corrente eléctrica que permite separar a água nos seus componentes. Depois da formação dos gases, é accionada uma vela de combustão que queima o hidrogénio obtido pela electrólise. A combustão do hidrogénio provoca o lançamento de um projectil (foguetão).	Electrólise Reacção de combustão
9	Termocrómico	A cor do material altera-se devido à alteração da temperatura do material provocada pelo contacto da mão de um visitante.	Materiais
10	Géiseres	Aumentar a temperatura da água que espoleta todo o processo que leva a que o géiser entre em "erupção".	Propriedades da água
11	Electrólise da água	Observar a electrólise na água.	Electrólise
12	pH da água	Determinar o pH de três amostras de água.	Reacções de Ácido-base

Depois de apresentados os módulos interactivos de Química considerados para este trabalho, serão também analisadas as experiências de Química promovidas nestes espaços. A descrição destas actividades foi retirada dos *sites* dos Centros e Museus de Ciência e as actividades da Fábrica – Centro Ciência Viva de Aveiro foram presenciadas no local. Na Tabela 3, são enunciadas as experiências de Química promovidas nestes espaços.

Tabela 3 – Experiências Químicas realizadas nos Centros e Museus de Ciência portugueses.

INSTITUIÇÃO	DESIGNAÇÃO DAS EXPERIÊNCIAS	Nº ⁵
Fábrica CCV	O fantástico mundo do leite	1
	A clara do castelo de chocolate	2
	Pega-monstros	3
	A extracção do ADN do kiwi	4
	Uma ideia gelada	5
CCV Tavira	Laboratório da Qualidade da Água	6
	Laboratório dos Fluidos	7
	Laboratório de Biotecnologia	8
CCV Vila do Conde	Actividades laboratoriais	9
Museu de Ciência UL	Actividades laboratoriais	10
Pavilhão do Conhecimento	Um crime no Museu	11
Visionarium	Workshop de Fotografia	12
	Polímeros	13

Na Tabela 4 é feita uma descrição das actividades e o seu enquadramento por áreas.

⁵ Esta indexação numérica é utilizada para facilitar o relacionamento das informações entre as tabelas 3 e 4.

Tabela 4 – Descrição das experiências químicas realizadas nos Centros e Museus de Ciência portugueses.

Nº	EXPERIÊNCIAS	DESCRIÇÃO	ÁREA
1	O fantástico mundo do leite	Determinar a composição química do leite e sintetizar alguns produtos derivados do leite.	Química Alimentar
2	A clara do castelo de chocolate	Construir o castelo de chocolate sobre a clara do ovo que, ao ser firmemente batida, forma bolhas de ar.	Química Alimentar
3	Pega-monstros	Sintetizar um polímero.	Polímeros
4	A extracção do ADN do kiwi	Isolar o ADN do kiwi através de processos físico-químicos.	Bioquímica
5	Uma ideia gelada	Produção de um gelado (num curto espaço de tempo) usando leite, natas, açúcar e gelo. Porque são usados aqueles ingredientes e qual o papel de cada um para o produto final são os objectivos desta actividade.	Química Alimentar
6	Laboratório da qualidade da água	Analisar as propriedades físico-químicas da água, a relação da quantidade de cloretos com a salinidade da água e a influência da dureza de águas na quantidade de detergente gasto.	Propriedades da água
7	Laboratório dos Fluidos	Descobrir as propriedades da água, tais como densidade e tensão superficial, e investigar misturas de água com outros fluidos.	Propriedades da água
8	Laboratório de Biotecnologia	Produção de sabão e fabrico de queijo fresco.	Reacções químicas
9	Actividades laboratoriais	Não especificadas.	Química Geral
10	Actividades laboratoriais	Não especificadas.	Química Geral
11	Um Crime no Museu	Não especificada.	Química Geral
12	Workshop de fotografia	Construção de uma máquina fotográfica, explicação e realização do processo de revelação da fotografia.	Reacções químicas
13	Polímeros	Estudar as propriedades físicas e químicas de diversos polímeros; efectuar a síntese de alguns polímeros em Laboratório.	Polímeros

De notar que na coluna onde é classificada a área das experiências foi dado o nome de "Química Geral" àquelas experiências que abordam várias áreas da Química.

Esta classificação por áreas foi feita em função das áreas em que a informação se encontrava no *site* da instituição, e, no caso de essa informação não estar disponível, em função do fenómeno observado.

Feito este enquadramento geral, importa analisar mais detalhadamente o contexto em que estes módulos e experiências se enquadram nas diferentes instituições analisadas.

3.2.2 Centro de Ciência Viva de Tavira

A água e a energia são os temas fundamentais deste Centro Ciência Viva. Para além de módulos expositivos, os espaços laboratoriais onde se realizam diferentes experiências conferem a esta instituição uma forte componente prática e experimental. Dada a impossibilidade de o visitar, foi feito um contacto via *e-mail*, no sentido de aprofundar o conhecimento sobre este Centro (Anexo I.(e)).

Através deste contacto, foram obtidas informações sobre as experiências relacionadas com a Química organizadas neste Centro. Estas actividades são realizadas em pequenos laboratórios, específicos para este efeito, apetrechados com material e reagentes e que estão à disposição dos visitantes com acompanhamento por parte de monitores.

No espaço "Laboratório da Qualidade da Água" são realizadas análises aos componentes da água e às suas propriedades. Os testes são feitos a: cloretos, cloro residual, ferro, cianeto, fosfatos, chumbo, nitratos, nitritos, condutividade, dureza total, pH, temperatura. A maioria dos testes é efectuada recorrendo a *kits* e a sondas (eléctrodos para medição de pH e células de condutividade).

No espaço "Laboratório dos Fluidos" as experiências químicas realizadas são sobre a preparação de misturas, sólidas e líquidas, bem como sobre as técnicas de separação utilizadas.

Verificamos, assim, que este Centro de Ciência, apesar de não possuir módulos interactivos de Química, aborda esta área científica através de actividades laboratoriais realizadas em pequenos laboratórios.

3.2.3 Exploratório – Infante D. Henrique

Este Centro de Ciência dispõe de módulos interactivos em todas as suas áreas expositivas. Estes módulos são concebidos e desenvolvidos pelo próprio Exploratório.

A visita realizada a este Centro teve como principal objectivo a recolha das informações "*in loco*", visto ser o único Centro de Ciência em Portugal em que todos os módulos de Química interactivos são, realmente, fruto de uma transposição de processos ou de práticas de Química laboratorial.

Para exemplificar esta ideia, foram seleccionados 2 módulos de Química para serem apresentados com mais pormenor nesta parte da dissertação. Os outros módulos fotografados durante a visita ao Centro encontram-se em anexo (Anexo IV).

O espaço onde se encontram os módulos de Química denomina-se "Canto da Química". Os visitantes interagem com estes módulos de uma forma livre ou, se estiverem integrados numa visita escolar, terão o acompanhamento de um monitor. Como prática de segurança, os alunos são convidados a vestir uma bata, a calçar luvas e a usar óculos de segurança.

Por uma questão de segurança, as soluções utilizadas são muito diluídas. Os resíduos resultantes dos módulos que necessitem de um tratamento específico, como por exemplo os precipitados, são levados para o Departamento de Química da Universidade de Coimbra.

3.2.3.1 Módulo "Mensagem Secreta"

Este módulo permite ao visitante ficar a conhecer o comportamento do indicador fenolftaleína na presença de uma solução de hidróxido de sódio (solução alcalina). Neste módulo, estão disponíveis papéis com mensagens escritas com fenolftaleína que estão invisíveis. O visitante, ao borrifar o papel com a solução de hidróxido de sódio diluída, torna visível a mensagem (carmim). O tema desta actividade, que é muitas vezes realizada nas escolas, faz parte dos conteúdos programáticos do ensino básico. Este módulo é um exemplo de uma boa transposição dos conteúdos leccionados e das práticas realizadas nas escolas para a museologia, mais especificamente para os módulos interactivos. Além da componente pedagógica, este módulo tem uma componente lúdica, pois o visitante decifra a mensagem secreta para poder completar as quadras que se encontram em exposição no módulo.

A solução de hidróxido de sódio é diluída por razões de segurança e os resíduos deste módulo são colocados no lixo normal. As mensagens são escritas pelos responsáveis pela manutenção dos módulos antes dos visitantes interagirem com eles. Este módulo requer uma manutenção cíclica pois é preciso repor o hidróxido de sódio no borrifador e, além disso, preparar as mensagens secretas para estarem disponíveis.

Esta actividade foi realizada durante a visita a este Centro e foi registada fotograficamente.



Figura 17 – Guião fotográfico do Módulo "Mensagem Secreta"

3.2.3.2 Módulo "Precipitação"

Com este módulo o visitante fica a conhecer algumas reacções de precipitação e associá-las a fenómenos do quotidiano.

O visitante escreve num papel utilizando marcadores que têm soluções aquosas de diferentes sais. De seguida, deve borrifar esse papel com uma solução aquosa de cloreto de ferro (III). Ocorre a formação de sais pouco solúveis em água (reacções de precipitação) que fazem do papel um quadro colorido. Ao adicionar uma solução aquosa de cloreto de ferro (III) às soluções de cada um dos marcadores obtêm-se precipitados de cor laranja, cinzento-escuro e azul, respectivamente, de hidróxido de ferro (III), de tanato de ferro (III) e de hexacianoferrato (II) de ferro (III).

Mais uma vez, foi feita a transposição para um módulo interactivo de um tema curricular e de uma actividade que pode ser realizada no laboratório das escolas. Este módulo tem a componente pedagógica das reacções de precipitação e a sua contextualização com os fenómenos do dia-a-dia – o exemplo dado é o das estalactites nas grutas – tendo também uma componente lúdica que é a realização de um quadro colorido pelos visitantes.

Os precipitados obtidos nos papéis não são colocados no lixo comum, são entregues no Departamento de Química da Universidade de Coimbra para o respectivo tratamento de resíduos.

As fotografias deste módulo foram tiradas durante a visita ao Centro.



Figura 18 – Guião fotográfico do Módulo "Precipitação"

3.2.3.3 Módulo "Formação e efeitos da chuva ácida"

Como já foi referido, os módulos interactivos do Exploratório são projectos desenvolvidos na instituição, por vezes em colaboração com outras instituições: é o caso do módulo sobre a formação e efeitos da chuva ácida.

Apesar de não se encontrar em funcionamento aquando da visita realizada, este módulo será abordado nesta parte da dissertação pelo exemplo que constitui: por um lado, como exemplo de um projecto colaborativo para o desenvolvimento de módulos; por outro, pelas razões que explicam o seu não funcionamento actual.

Como referido, este módulo interactivo de Química resultou da colaboração entre alunos e professores da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e o Exploratório. Inserido na disciplina de projecto do curso de Química, um grupo de alunos construiu este protótipo que pretende simular a formação de "chuva ácida" de forma análoga à que ocorre na natureza. A construção do protótipo foi, em parte, realizada nas oficinas do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e teve a orientação do Prof. Doutor João Carlos de Matos Paiva. O Exploratório Infante D. Henrique apoiou financeiramente a elaboração e construção do projecto.

Neste módulo, os visitantes accionam a combustão de pastilhas de enxofre o que provoca a libertação de dióxido de enxofre. Este gás mistura-se com a água, simulando a chuva "ácida". Este módulo é constituído por duas zonas: a câmara onde se simula a chuva "ácida" e a câmara onde se simula a chuva "normal". Esta simulação é conseguida através da injeção de água pelo visitante. Nestas câmaras existem dois suportes com papel indicador, que vão ficar com a cor relativa ao carácter ácido ou não da solução com que entram em contacto. Estes papéis são depois analisados pelo visitante, levando-o a tirar conclusões sobre o pH da água em cada uma das câmaras.

Na visita ao Centro verificou-se que o módulo não estava em funcionamento, pois precisa de um espaço que disponha de um sistema de exaustão dos vapores para o exterior. Como o Centro não possui esse recurso no seu interior, o módulo acabou por ser transferido para a Estufa, uma área nos jardins do Exploratório (figura 19).



Figura 19 – Fotografias do protótipo do módulo “Formação e efeitos da chuva ácida”

Uma das colaboradoras do Exploratório acrescentou que outro problema relacionado com este módulo prende-se com o facto de os visitantes terem que entrar em contacto com pastilhas de enxofre para manipularem o módulo, o que implica alguns perigos. Quando esta situação for resolvida, os responsáveis pretendem colocar o módulo a funcionar de novo de forma continuada.

3.2.4 Fábrica – Centro de Ciência Viva

A Fábrica de Ciência Viva, em Aveiro, tem características particulares pelo facto da Universidade de Aveiro ter um papel central na criação e gestão deste Centro. Entre diversos aspectos, podemos realçar como uma das vantagens da ligação à Universidade o facto de os monitores deste Centro serem maioritariamente alunos (de licenciatura ou de mestrado) daquela instituição de ensino.

Na Fábrica não há módulos de Química mas sim dois espaços próprios onde são realizadas experiências de Química. Os espaços são a “Cozinha é um laboratório” e o “Laboratório”. Na visita a este Centro foi realizada uma sessão no “Laboratório” e outra na “Cozinha é um laboratório”. As sessões são monitorizadas e adaptadas às diferentes faixas etárias dos visitantes.

Aquando da visita, as sessões que podiam ser realizadas no “Laboratório” eram a “A extracção do ADN do kiwi” e “Pega-monstro”. A duração destas sessões é de 45 minutos. A sessão escolhida para visualização no contexto desta investigação foi a “A extracção do ADN do kiwi”, pela sua interdisciplinaridade e pelo seu enquadramento no estudo.

3.2.4.1 Experiência "A extracção do ADN do kiwi"

Nesta sessão é isolado o ADN do kiwi (figura 20) o que proporciona aos visitantes conhecer melhor a molécula responsável pela passagem de características de geração em geração. Este é um tema da disciplina de Biologia, mas durante o decorrer da sessão são abordados vários conceitos químicos e usadas técnicas laboratoriais para a realização da actividade. Os conceitos abordados pelo monitor são:

- erros de paralaxe, pois durante a actividade são feitas várias medições de volumes;
- compostos iónicos, devido à adição do cloreto de sódio;
- soluções tampão, pois é adicionado hidrogenocarbonato de sódio para tamponar a solução;
- precipitados.



Figura 20 – Guião fotográfico da experiência " A extracção do ADN do kiwi".

Durante as sessões, os visitantes podem participar em algumas das técnicas laboratoriais realizadas. Os resíduos da experiência são eliminados pela pia.

Na "Cozinha é um laboratório" são realizadas sessões que permitem aos visitantes explorar a ciência e a tecnologia presentes em espaços tão familiares como uma cozinha.

A cozinha é o local na Fábrica onde "pôr as mãos na massa" encontra a sua aplicação mais literal. Observando e testando, os visitantes ficam a conhecer melhor os processos subjacentes às transformações químicas e bioquímicas que ocorrem nos alimentos quando são preparados.

No momento da visita as sessões que estavam disponíveis eram "O fantástico mundo do leite" e "Uma ideia gelada". A duração destas sessões é de 60 minutos e são realizadas por um monitor. A sessão escolhida foi "Uma ideia gelada", pelo seu melhor enquadramento no estudo.

3.2.4.2 Experiência "Uma ideia gelada"

Nesta sessão é feito um gelado enquanto são abordados e exemplificados vários conceitos de Química e Biologia. Os visitantes colaboram durante a sessão, realizando pequenas tarefas habituais durante os processos de culinária. No fim, o visitante pode comer o gelado que ajudou a preparar (figura 21).

Os conceitos abordados nesta sessão são:

- tipo de misturas (homogéneas, heterogéneas e coloidais) – são colocadas em lamelas três tipos de misturas (água com açúcar, água com azeite e leite) e levadas ao microscópio. O resultado é visionado no monitor de um computador que está ligado ao microscópio utilizado;
- ponto de fusão do gelo (ou ponto de solidificação da água) e alteração do ponto de fusão do gelo pela adição de cloreto de sódio.



Figura 21 – Guião fotográfico da experiência " Uma ideia gelada".

As sessões no "Laboratório" e na "Cozinha é um laboratório" realizam-se à semana duas vezes por dia em horas marcadas. Ao fim-de-semana e feriados, as sessões do laboratório realizam-se de hora em hora.

3.2.5 Pavilhão do Conhecimento – Centro Ciência Viva

Desde a sua abertura ao público, o Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva tem mantido exposições interactivas de ciência e tecnologia, provenientes de vários Centros de Ciência do mundo. No Pavilhão do Conhecimento existe um grande número de módulos interactivos divididos por diferentes exposições. Na área da Química de laboratório existem apenas dois módulos, que integram a exposição "Vê, Faz e Aprende", cuja explicação é apresentada de seguida.

3.2.5.1 Módulo "Foguetão de hidrogénio"

No módulo "Foguetão de hidrogénio" (figura 22) são explorados vários conceitos:

- constituição da molécula de água;

- electrólise da água;
- combustão do hidrogénio.

Este módulo não produz qualquer tipo de resíduos, havendo apenas formação de água. De notar que este é um dos módulos resultantes do projecto "ChEMistry for life".

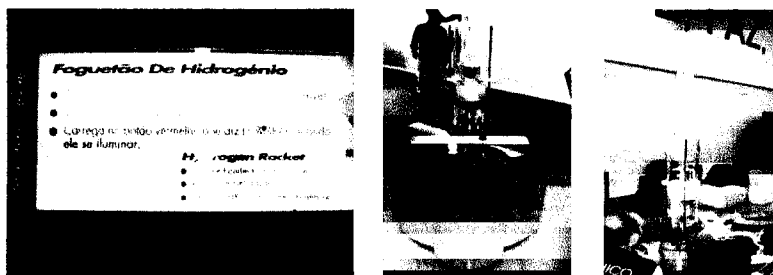


Figura 22 – Guião fotográfico do Módulo "Foguetão de Hidrogénio"

3.2.5.2 Módulo "Termocrómico"

O módulo "Termocrómico" (figura 23) é constituído por materiais que se comportam de forma diferente em intervalos de temperaturas diferentes. O módulo é constituído por três placas de materiais diferentes que mudam de cor em contacto com as mãos dos visitantes, mas em intervalos diferentes de temperatura. Neste módulo o conceito explorado é o dos materiais termocrómicos.

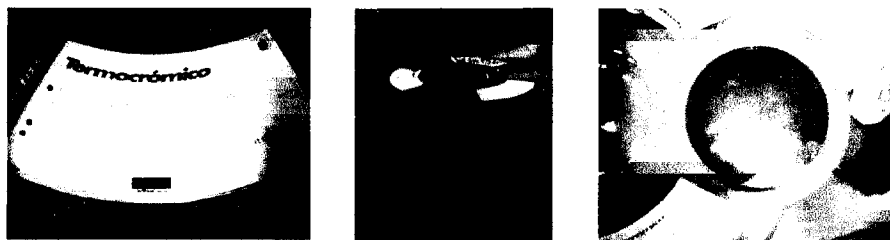


Figura 23 – Guião fotográfico do Módulo "Termocrómico"

Quando as placas dos materiais deixam de funcionar, são substituídas por outras novas. Não se obteve informação sobre a constituição destas placas.

3.2.6 Visionarium – Centro de Ciência do Europarque

O Visionarium apresenta um conjunto muito alargado de módulos interactivos distribuídos por cinco salas de exposição permanente. Na visita realizada a este Centro, foram apenas identificados dois módulos interactivos de Química de laboratório, que estão integrados na sala "Odisseia da Matéria". Os módulos foram fotografados aquando da visita realizada a este Centro.

3.2.6.1 Módulo "Electrólise da Água"

No módulo "Electrólise da água" são explorados vários conceitos:

- constituição da molécula de água;
- electrólise;
- fórmula química da molécula de água.

Neste módulo os visitantes só têm que carregar num botão para o colocar em funcionamento e, desta forma, realizar a electrólise da água. Depois, é só esperar para ver a formação dos dois gases – hidrogénio e oxigénio – em cada um dos eléctrodos que constituem o módulo (figura 24), o que acontece em cerca de um minuto. No que diz respeito à segurança, este módulo encontra-se protegido por uma estrutura que o isola do contacto com os visitantes e não produz qualquer tipo de resíduo. Por outro lado, não precisa de manutenção específica.

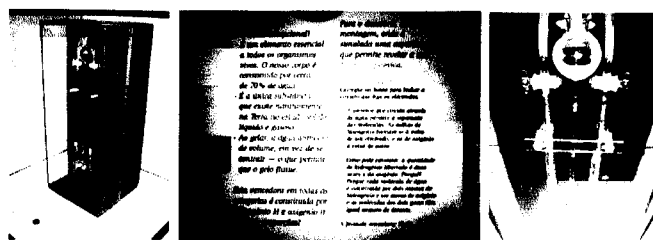


Figura 24 – Guião fotográfico do Módulo "Electrólise da Água"

3.2.6.2 Módulo "pH da água"

No módulo "pH da água" são explorados vários conceitos:

- noção de pH;
- solubilidade de sais em água;
- soluções ácidas e básicas.

Ao carregar num botão, o visitante acciona os sensores de pH que se encontram dentro das soluções das diferentes águas e verifica o valor de pH indicado no sensor (figura 25). Em relação à segurança, este módulo também se encontra protegido por uma estrutura que o isola do contacto com os visitantes, e as soluções substituídas não precisam de qualquer tipo de tratamento de resíduos. A manutenção é feita uma ou duas vezes por semana para substituir as soluções.

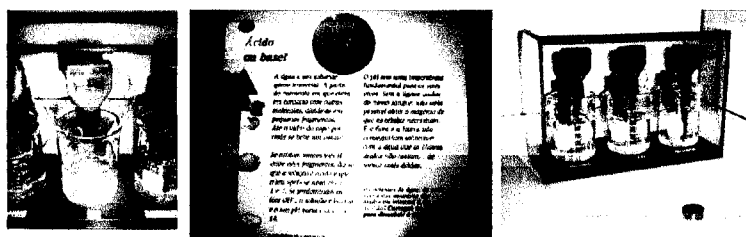


Figura 25 – Guião fotográfico do Módulo “pH da água”

Este Centro dispõe de uma área própria para a realização de actividades experimentais complementares à visita. É nesse espaço – o Experimentário – que são realizadas algumas actividades relacionadas com a Química, nomeadamente um *workshop* de fotografia, onde é o visitante que faz a revelação das fotografias que tirou numa máquina por si construída; outra é relacionada com polímeros, onde se procede à sintetização de alguns polímeros.

É de notar que se encontra em fase avançada a construção neste Centro de Ciência de um Laboratório, criado exactamente com o objectivo de dar uma vertente mais experimental às actividades promovidas, bem como para colmatar certas áreas menos representadas em termos de módulos interactivos, como é o caso da Química.

3.2.7 Centro Ciência Viva de Vila do Conde

Tendo como tema orientador “A Água”, o Centro Ciência Viva de Vila do Conde também dispõe de módulos interactivos e de um mini laboratório, entre outras valências.

Para este estudo, foi considerado um módulo interactivo deste Centro, denominado “Géiseres”. Apesar de não satisfazer completamente as características dos módulos considerados para este estudo – por não se tratar de uma reacção química, mas de transformações físicas da água –, aborda um tema que faz parte dos conteúdos curriculares, constituindo mais um exemplo da transposição de conteúdos leccionados nas escolas para módulos interactivos.

O visitante provoca o aumento da temperatura da água o que espoleta um processo que leva a que o géiser entre em “erupção”. Com este módulo são abordados conteúdos relacionados com: ebulição, ponto de ebulição, pressão, temperatura. De notar que, pelo facto de se proceder ao aquecimento da água, este módulo implica cuidados de segurança acrescidos.

Este Centro dispõe também de um laboratório onde são realizadas diversas experiências, mas que não são descritas no respectivo *site*.

3.2.8 Museu de Ciência da Universidade de Lisboa

O Museu de Ciência da Universidade de Lisboa, para além de apresentar módulos interactivos na sua exposição, procura incluir, por diversos meios, o enquadramento histórico da evolução da Ciência.

“A necessária simplicidade dos meios experimentais envolvidos nos módulos interactivos da exposição permanente, bem como o modo não sistemático como as experiências são realizadas, não permite que se vá além de um estudo elementar que, por vezes, pouco ultrapassa o lúdico. Para ir mais além, a museologia das ciências tem desenvolvido o conceito de oficina pedagógica (*atelier, workshop*) onde se executam acções de aprofundamento de um determinado tema, através da experimentação ou de debates, com uma activa participação dos visitantes. Tal procedimento, convenientemente explicado, permite a aquisição de conhecimentos estruturados, complementando aqueles que podem ser obtidos ao acaso das deambulações do visitante pelas salas do Museu” (www.mc.ul.pt).

Estas informações foram retiradas do *site* do Museu de Ciência da Universidade de Lisboa que, para além do referido, não disponibiliza mais informações sobre as actividades de Química promovidas. Apesar dos vários contactos estabelecidos com esta instituição, essa informação não nos foi disponibilizada.

3.2.9 Resumo da situação em Portugal

A investigação realizada junto dos Centros de Ciência nacionais está de acordo com os resultados obtidos no estudo europeu: os Museus analisados (*in loco* e através dos seus *sites*) apresentam um reduzido número de módulos interactivos de Química de laboratório no âmbito geral das suas exposições. Na nossa amostra de dezasseis instituições analisadas verificamos o seguinte:

- Dos doze Centros de Ciência do país e dos quatro Museus de Ciência considerados – um universo analisado de dezasseis instituições – apenas sete têm módulos interactivos e/ou desenvolvem experiências de Química de laboratório nos seus espaços.
- Os doze módulos interactivos de Química identificados encontram-se em quatro Centros de Ciência.
- Cinco Centros de Ciência e um Museu de Ciência realizam experiências de Química.

Estes dados estão representados nos gráficos 5 e 6.

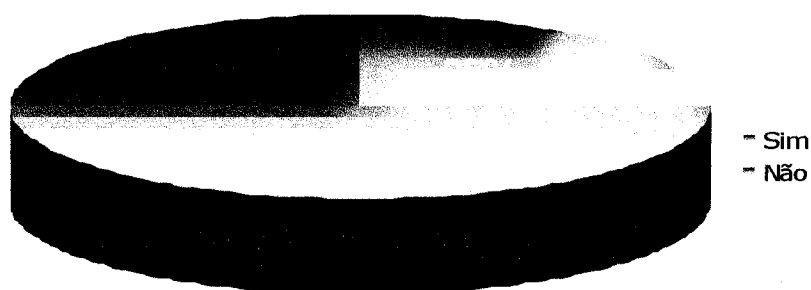


Gráfico 5 – Percentagem de Centros e Museus de Ciência Portugueses que possuem módulos interactivos de Química de laboratório

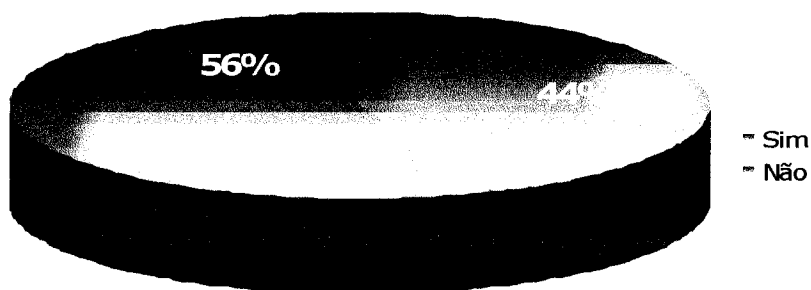


Gráfico 6 – Percentagem de Centros e Museus de Ciência Portugueses que organizam actividades relacionadas com Química

As principais áreas abordadas nos módulos interactivos de Química de laboratório identificados nesta investigação são: ácido-base, precipitação e electrólise da água. (Gráfico 7)

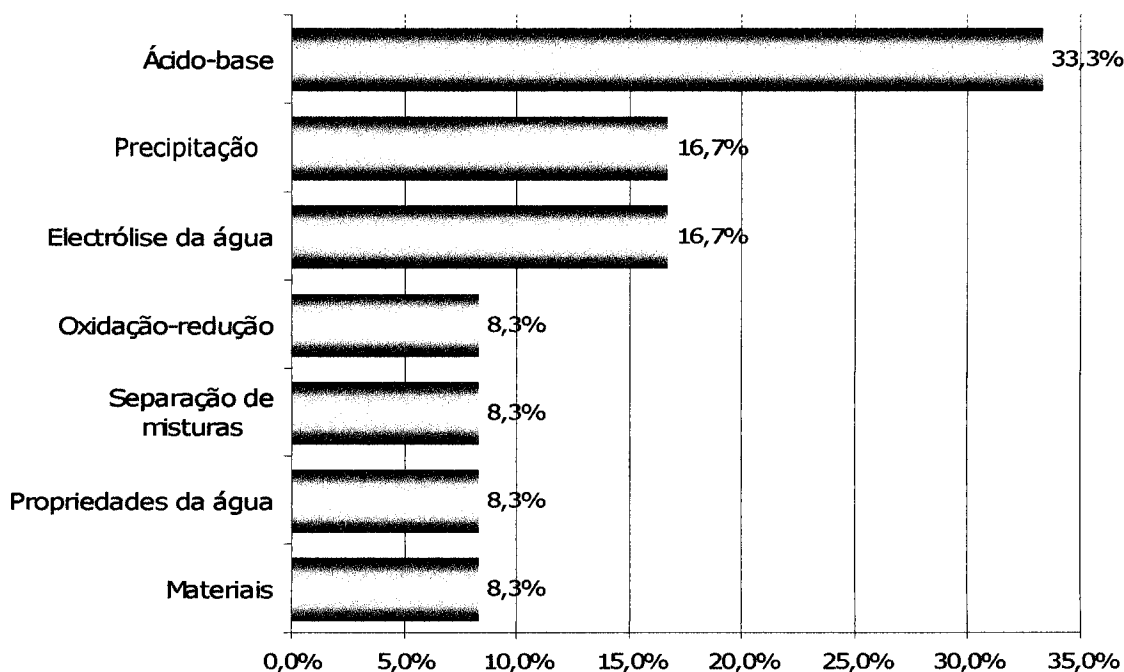


Gráfico 7 – Distribuição por áreas dos módulos interactivos de Química existentes nos Centros e Museus de Ciência nacionais

Com base no estudo realizado nos Centros e Museus de Ciência portugueses, verificou-se que os módulos de "ácido-base", tendo em conta o maior número de módulos desta área, parecem ser os de mais simples implementação, isto é, os que apresentam uma maior facilidade de transposição de conteúdos programáticos para módulos interactivos. Patentes em dois Centros de Ciência – Exploratório e Visionarium – têm, no entanto, características completamente diferentes. No caso do Exploratório, as soluções constituintes de cada módulo são manuseadas pelos visitantes, enquanto no do Visionarium estes só precisam de carregar num botão que desencadeia o mecanismo e, assim, proceder à leitura feita pelo sensor de pH.

Estes módulos são de percepção simples e de fácil interacção. Esta simplicidade advém do facto de abordarem conteúdos que são explorados nas aulas e, no caso dos módulos do Exploratório, implicarem interacções muito básicas, que fazem parte do dia-a-dia dos visitantes, como por exemplo, borrifar com um esguicho. No entanto, acarretam alguns riscos de segurança, pois, apesar das soluções serem muito diluídas, a ingestão de alguma destas soluções pode ser perigosa. No caso do módulo do Visionarium, o seu modo de funcionamento é mais seguro para o visitante, mas tem um carácter interactivo substancialmente inferior.

Os outros tipos de módulos que se encontram em maior número são os relacionados com a precipitação de soluções e com a electrólise da água.

Os módulos de precipitação encontram-se no Exploratório, e, como todos os módulos de Química deste Centro, têm características únicas e distintivas em relação aos outros Centros: os visitantes têm uma grande interacção com os módulos, podendo realizar uma série de actividades; são muito básicos e apelativos (devido às suas cores), sendo especialmente orientados para um nível etário mais novo (ensino básico); mas encerram alguns riscos de segurança, necessitando do acompanhamento de monitores para acompanhar as interacções.

Em relação aos módulos da electrólise da água, um encontra-se no Pavilhão do Conhecimento e o outro no Visionarium. Este tema é também de fácil transposição museológica: através da passagem de corrente eléctrica, a água dá origem a dois gases, sendo possível visualizar o fenómeno, num curto intervalo de tempo e, além disso, utilizando uma substância que faz parte do nosso quotidiano – a água. Por outro lado, não implica riscos de segurança, pois todo o processo é realizado em estruturas fechadas, não estando ao alcance dos visitantes.

É importante também fazer uma referência aos painéis que acompanham estes módulos, pois desempenham um papel determinante no processo de interacção. No caso do Exploratório, os painéis que acompanham os módulos têm um *design* simples

e colorido e apresentam a contextualização do fenómeno, nomeadamente estabelecendo ligações a fenómenos que se observam no dia-a-dia, na natureza ou a fenómenos relacionados com aspectos biológicos do ser humano. Existe também um pequeno painel em forma de disco ao lado de cada módulo: num lado é colocado o procedimento a realizar e a explicação do fenómeno encontra-se do outro lado do disco, que tem que ser girado pelo visitante para o poder ler (uma metodologia utilizada em todos os módulos do Exploratório).

Os módulos do Pavilhão do Conhecimento considerados para este estudo não têm qualquer painel: o procedimento a realizar e a respectiva explicação fazem parte integrante do módulo, que aparecem de uma forma simples (sistemizada) e com cores diferentes para chamar a atenção.

No caso do Visionarium, e seguindo a lógica deste Centro, os módulos são acompanhados de painéis explicativos, de *design* simples mas apelativo. Após uma breve contextualização do fenómeno/tema abordado no módulo, é lançado o desafio ao visitante para accionar o módulo e ver o que acontece. Por vezes, o desafio é colocado em forma de pergunta, cuja resposta é obtida interagindo com o módulo: é o caso do módulo "pH da água" em que é colocada a pergunta ao visitante sobre a natureza ácida ou básica das soluções expostas. Para verificar ou descobrir a resposta, o visitante tem que accionar o módulo.

3.3 A QUÍMICA NOS CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA ESTRANGEIROS

Importa, agora, fazer uma abordagem aos módulos interactivos e experiências de Química existentes em Centros e Museus de Ciência estrangeiros. Os módulos interactivos considerados são os que se referem à Química de laboratório.

As informações aqui reunidas foram obtidas através da consulta dos sites das instituições ou através de pedidos de informação (por *e-mail*) aos responsáveis dos serviços educativos destas instituições. Conforme já foi referido, esta metodologia tem algumas limitações, pois a descrição *on-line* dos módulos e das experiências promovidas nem sempre é a mais completa, bem como devemos equacionar a hipótese de nem sequer estar disponível nos *sites*. De qualquer forma, consideramos pertinente fazer este resumo para termos uma perspectiva da realidade internacional. A informação recolhida está agora disponível no portal de ciência e cultura científica Mocho.

Para a compilação desta informação foi necessário analisar todos os módulos interactivos da área da Química disponíveis nos *sites*, e, posteriormente, foram seleccionados aqueles que se referem especificamente à Química de laboratório. Os módulos interactivos de Química de laboratório de cada uma das instituições analisadas estão descritos na tabela 5 (parte 1, 2 e 3).

Tabela 5 – Parte 1 – Descrição dos módulos interactivos de Química de laboratório nos Centros e Museus de Ciência estrangeiros.

INSTITUIÇÃO/PAÍS	MÓDULOS	ÁREA
<i>Cité des Sciences et de L'industrie - La Villete/França</i>	Módulo " <i>Acide ou base</i> ". Módulo onde os visitantes podem medir o pH de produtos do dia-a-dia e classificá-los em ácidos ou básicos.	Ácido-base
	Módulo " <i>Chaleur et réaction</i> ". Módulo em que os visitantes provocam reacções químicas através da alteração da temperatura.	Reacções térmicas
	Módulo " <i>Chromatographie</i> ". Módulo que permite separar uma mistura através de uma cromatografia.	Técnicas de separação de misturas
	Módulo " <i>Cinétique d'une réaction</i> ". Módulo com um sistema multimédia. Os visitantes podem fazer variar a velocidade e o ponto de equilíbrio químico de uma reacção.	Velocidade das reacções
	Módulo " <i>Dans un bonbon</i> ". Módulo que permite aos visitantes descobrir a composição química de um bombom de uma forma interactiva	Química Alimentar
	Módulo " <i>Le jardin des cristaux</i> ". Módulo que permite aos visitantes observar a formação de cristais em diferentes condições.	Cristais
<i>Science Museum, Japan Science Foundation/Japão</i>	Módulos interactivos sobre o átomo, a sua constituição e as reacções nucleares	Átomos
	Módulos sobre alguns gases e suas propriedades	Gases
<i>Singapore Science Centre/Singapura</i>	Módulos que se inserem na área da Química fundamental (" <i>Fundamental Chemistry</i> ")	Química Geral
	Módulos que se inserem na área da matéria (" <i>It's a Material World</i> ")	Matéria
	Módulos que se inserem na área dos fenómenos químicos (" <i>Phenomenal Chemistry</i> ")	Fenómenos químicos
	Módulos que se inserem na área das reacções químicas (" <i>Reactive Chemistry</i> ")	Reacções químicas
	Módulos que se inserem na área da Química no dia-a-dia (" <i>Chemistry In Everyday Life</i> ")	Química no dia-a-dia

Tabela 5 – Parte 2 – Descrição dos módulos interactivos de Química de laboratório nos Centros e Museus de Ciência estrangeiros.

INSTITUIÇÃO/PAÍS	MÓDULOS	ÁREA
<i>Hong Kong Science Museum/China</i>	Módulo " <i>Bubble Hoops</i> ". Módulo interactivo que permite aos visitantes fazer bolas de sabão com base no conceito da tensão superficial da água.	Tensão superficial
<i>New York Hall of Science/EUA</i>	O nome da exposição é " <i>Marvelous Molecules – The Secret of Life Fact Sheet</i> ". Módulos interactivos sobre a Química partilhada por todas as coisas vivas, com enfoque nas moléculas.	Moléculas
<i>Seara da Ciência/Brasil</i>	Módulo "A temperatura muda e a cor da substância também", no qual algumas substâncias químicas mudam de cor devido à alteração da temperatura, provocada pelo visitante.	Materiais
<i>Exploratorium/EUA</i>	Módulo " <i>Molecular Buffeting - Model</i> ". Módulo sobre a teoria corpuscular da matéria. Os visitantes, através dos comandos do módulo, provocam variações da temperatura em réplicas de moléculas e, consequentemente, na agitação das moléculas.	Moléculas
	Módulo " <i>Fog Chamber</i> ". Módulo que permite aos visitantes produzir nevoeiro através da alteração da pressão e da temperatura numa câmara que contém água.	Estados físicos da matéria
<i>Experimentarium/Dinamarca</i>	Módulos sobre bolas de sabão. Interagindo com os módulos, o visitante fica a conhecer o fenómeno da tensão superficial na água.	Tensão superficial
<i>Heureka - The Finnish Science Centre/Finlândia</i>	Módulo " <i>Soap Bubble Station</i> ". Neste módulo os visitantes podem criar bolas de sabão.	Tensão superficial
<i>Xperiment Huset/Suécia</i>	Módulo " <i>Air gun</i> ". Módulo em que os visitantes accionam um mecanismo que leva à formação de vapor de água que é projectado para o exterior do módulo na forma de anéis de fumo	Estados físicos da matéria
<i>Cosmo Caixa Madrid/Espanha</i>	Exposição com módulos interactivos com o nome de " <i>La Matéria-El miracle de la vida</i> ". Os visitantes descobrem algumas propriedades da matéria, tais como: espectros atómicos, reacções químicas, o quarto estado da matéria e diversos materiais.	Matéria
<i>Deutsches Museum/Alemanha</i>	Módulos de diferentes áreas da Química sobre os átomos e as moléculas, a matéria, reacções químicas, análise e síntese de moléculas e bioquímica.	Química Geral

Tabela 5 – Parte 3 – Descrição dos módulos interactivos de Química de laboratório nos Centros e Museus de Ciência estrangeiros.

INSTITUIÇÃO/PAÍS	MÓDULOS	ÁREA
<i>Museum of Science and Industry/EUA</i>	Módulos interactivos sobre as reacções químicas relacionadas com o petróleo e os seus derivados, as moléculas e todos os processos industriais.	Reacções químicas
<i>Nagoya City Science Museum/Japão</i>	Módulos relacionados com as propriedades das substâncias e sobre novos materiais.	Materiais
<i>Impression 5 Science Museum/EUA</i>	Módulos onde os visitantes podem fazer bolas de sabão. A área denomina-se " <i>Bubble Room</i> ".	Tensão superficial
<i>Headwaters Science Center/EUA</i>	Módulo que permite aos visitantes fazer bolas de sabão dando a conhecer, desta forma, o conceito de tensão superficial. Este módulo denomina-se " <i>Bubble Wall</i> ".	Tensão superficial
<i>Gateway to Science/EUA</i>	Módulo (" <i>Science of Mystery</i> ") relacionado com a investigação criminal (ciência forense). Uma das actividades que os visitantes podem realizar é uma cromatografia de amostras de tinta para relacionar os resultados com a cena do crime.	Técnicas de separação de misturas
<i>China Science & Technology Museum/ China</i>	Módulo Tela colorida. Os visitantes ao tocarem com o corpo na tela alteraram a temperatura a que esta se encontra, provocando a mudança da sua cor.	Materiais
<i>Exploratory/ Reino Unido</i>	Módulos de Química interactivos onde os visitantes podem: fazer bolas de sabão; descobrir as propriedades do mercúrio e os efeitos do aumento da temperatura no iodo e no iodeto de mercúrio (II); aquecer com a chama do bico de <i>Bunsen</i> diferentes soluções de sais e observar as cores características da chama; fazer uma cromatografia em papel de uma mistura de substâncias coloridas; usar um contador de <i>Geiger</i> para medir a radioactividade de materiais comuns.	Química Geral
<i>Danfoss Universe/ Dinamarca</i>	Módulo sobre cristais líquidos (" <i>Liquid Crystals</i> "). Os visitantes ao tocarem numa superfície de cristais líquidos alteram as suas características.	Materiais

Mais uma vez, importa fazer dois esclarecimentos: na coluna onde é classificada a área das experiências, foi dado o nome de "Química Geral" àquelas experiências que abordam várias áreas da Química; esta classificação por áreas foi feita em função das

áreas em que a informação se encontrava no *site* da instituição respectiva, e, no caso dessa informação não estar disponível, em função do fenómeno observado.

As áreas que se destacam nos módulos interactivos de Química de laboratório identificados nesta investigação nos Centros e Museus de Ciência estrangeiros são: tensão superficial e materiais (Gráfico 8).

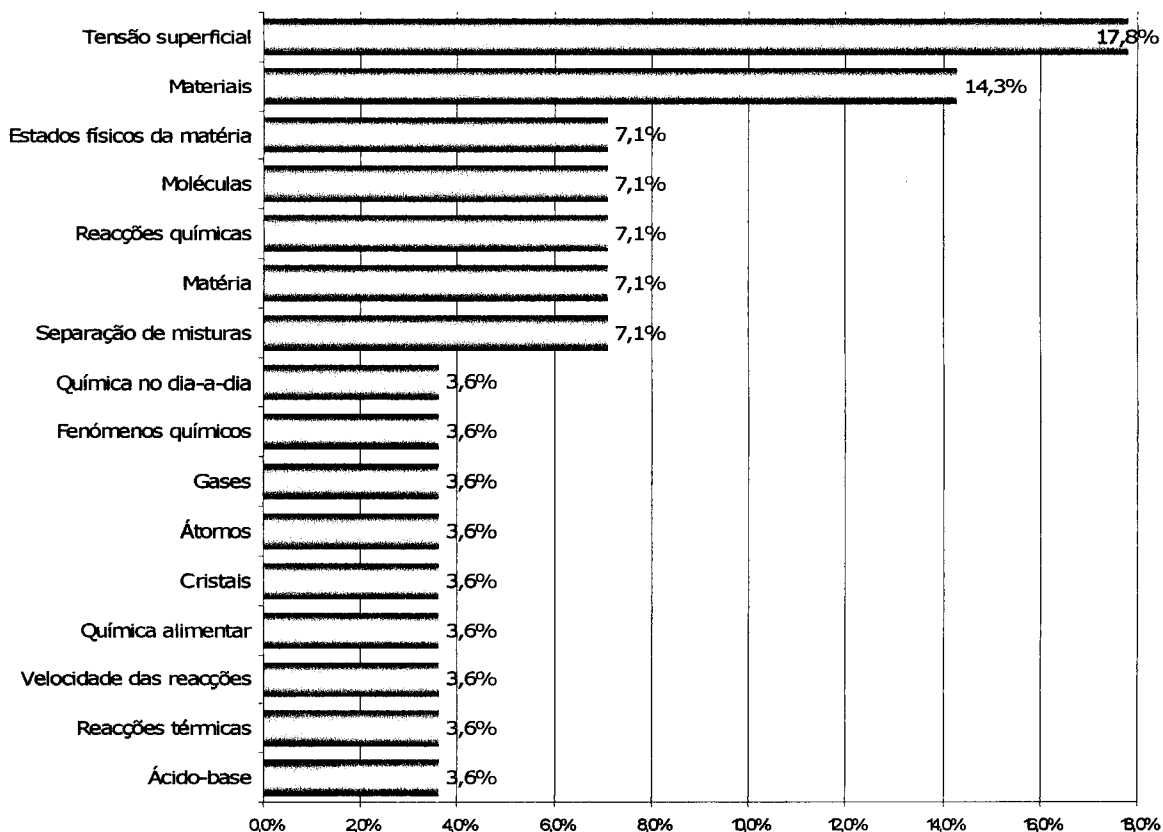


Gráfico 8 – Distribuição por áreas dos módulos interactivos de Química existentes nos Centros e Museus de Ciência estrangeiros

Os módulos sobre o fenómeno da tensão superficial estão presentes em muitos Centros e Museus de Ciência. O visitante faz bolas de sabão e, desta forma, fica a conhecer o fenómeno da tensão superficial na água e como o detergente faz baixar a tensão superficial, possibilitando a formação de bolas de sabão de diferentes formas e tamanhos. Este é um módulo que recorre a materiais simples, com um grau de perigosidade reduzido (só no caso da sua ingestão), é de fácil interactividade e com uma forte componente lúdica e criativa, que despertam a atenção de todos os visitantes. Os resíduos não causam danos para o ambiente. Estas características explicam o número elevado de módulos que existem sobre este tema.

Os módulos sobre materiais são, em grande parte, constituídos por cristais líquidos, que alteram as suas características, como a cor, com a mudança da temperatura. A interactividade resulta do contacto físico com materiais constituídos por cristais, o que não implica quaisquer riscos de segurança. Estes materiais também fazem parte do nosso dia-a-dia, sendo possível encontrá-los em alguns aparelhos de uso comum, o que desperta alguma curiosidade. É de sublinhar que também não produzem resíduos e a manutenção passa simplesmente por substituir os cristais que fazem parte do módulo.

3.3.1 Sites de referência

Cumprindo um dos objectivos paralelos deste estudo, isto é, o de reunir e organizar um conjunto de informações úteis para professores e estudantes de Química, não podíamos deixar de fazer uma referência especial a alguns *sites* de Centros e Museus de Ciência consultados, seja pela riqueza dos conteúdos apresentados, pela abordagem inovadora do *site* ou pela especificidade da própria instituição.

3.3.1.1 Catalyst – Science Discovery Centre – Reino Unido

www.catalyst.org.uk

O *Catalyst- Science Discovery Centre* é um Centro de Ciência completamente dedicado à Química. Exemplo único no mundo, este Centro não tinha muita informação disponível no seu *site* na altura da pesquisa. Optou-se por entrar em contacto via *e-mail* com a responsável pela área educativa que, gentilmente, disponibilizou mais informações sobre os módulos existentes neste Centro.

Na tabela 6 estão descritos os módulos interactivos da área da Química de laboratório deste Centro.

Tabela 6 – Descrição dos módulos interactivos de Química de laboratório do Catalyst - Science Discovery Centre.

MÓDULO	DESCRIÇÃO
<i>Splitting molecules</i> (Separando moléculas)	Girando a manivela produz-se corrente eléctrica que separa a água em oxigénio e hidrogénio. Este processo leva à formação de bolhas no topo de uma coluna. Uma faísca provoca a ignição dos gases que explodem formando-se novamente água. Este módulo é sobre a electrólise da água.
<i>Growing crystals</i> (Crescimento de Cristais)	Ao accionar este módulo os cristais começam a desfazerem-se e depois voltam-se a formar quando carregamos no botão. Este módulo é constituído por diferentes cristais com diferentes formas.
<i>Colourful crystals</i> (Cristais coloridos)	Ao colocar a mão numa folha preta durante cerca de 25s iremos provocar uma mudança de cor na folha que é constituída por cristais líquidos. Podemos ainda determinar a temperatura da superfície do nosso corpo usando um termómetro gigante.
<i>Colour Fun</i> (Cor divertida)	Técnica de cromatografia em papel para a separação de misturas de diferentes cores.
<i>More colourful crystals</i> (Mais cristais coloridos)	Neste termómetro gigante podemos ver a temperatura da superfície da nossa mão. Devido aos cristais líquidos do termómetro mudarem de cor devido à variação da temperatura.
<i>Magical mixes</i> (Misturas mágicas)	Módulo interactivo que permite conhecer o papel dos emulsionantes numa mistura imiscível.
<i>Firm or fluid</i> (Fluído ou sólido)	Este módulo demonstra as propriedades de um fluido que se transforma num sólido por acção da electricidade.

Não deixa de ser notório que mesmo um Centro de Ciência com estas características possua também uma percentagem reduzida de módulos de Química de laboratório: dos 27 módulos interactivos que o Centro tem (Anexo I.(d)) apenas 7 dizem respeito à Química de laboratório, isto é, apenas 26% da totalidade de módulos que se encontram na exposição.

3.3.1.2 Science Center Nemo – Amesterdão **www.e-nemo.nl**

Este Centro de Ciência, cujo edifício apresenta uma arquitectura muito original em forma de um barco (figura 26), apresenta um *site* igualmente inovador, referindo as diferentes actividades promovidas e módulos de Química que fazem parte das suas

exposições. No entanto, o *site* não descreve em detalhe o tipo de actividades realizadas, nem o modelo de funcionamento dos respectivos módulos de Química (daí não ter sido considerado para a base de dados integrada no Mocho). Essas informações detalhadas foram solicitadas por *e-mail* (Anexo I.(h)).

O Centro dispõe de um laboratório (*WonderLab*), onde se realizam actividades experimentais de Química para visitantes a partir dos 7 anos – como o fabrico de queijo, extracção do ADN do kiwi, indicador ácido-base de couve roxa, síntese de um pega-monstro – utilizando materiais de uso doméstico. Os monitores têm formação em Química ou Biologia e ajudam os visitantes nas experiências. Este Centro apenas possui um módulo interactivo sobre a molécula de água, onde é feita a electrólise da água e a combustão do hidrogénio.

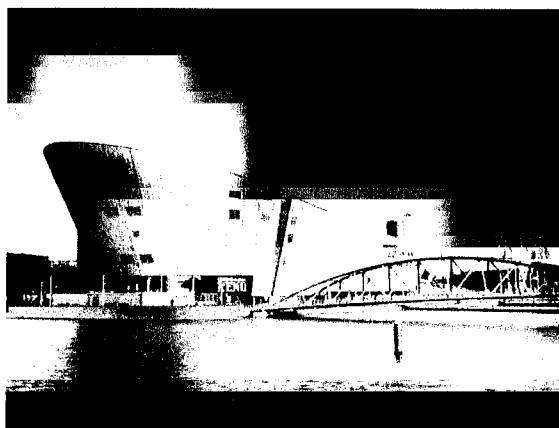


Figura 26 – Centro de Ciência *Nemo*, um edifício original em forma de barco
(fonte: www.wikipedia.org)

3.3.1.3 *Singapore Science Centre – Singapura*

www.science.edu.sg

Neste Centro de Ciência, para além do elevado número de módulos existentes, podemos encontrar alguns dos mais modernos e inovadores exemplares de módulos interactivos. No que diz respeito aos módulos interactivos de Química, também eles estão em grande número, um total de 38 módulos divididos por cinco áreas (figura 27):

Área 1 – Química fundamental
Área 2 – O mundo é matéria
Área 3 – Fenómenos químicos

Área 4 – Reacções químicas
Área 5 – Química no dia-a-dia



Chemistry makes it happen!

The Chemistry Exhibition is a permanent exhibition being set up at the ground floor of the Science Centre building. The objectives of the Chemistry Exhibition are to explore the fundamentals and other aspects of Chemistry through exhibits, models, graphics and a range of other interactive & innovative presentation techniques. The exhibition will serve as an avenue to further stimulate general interest in science and to reiterate the importance of Chemistry in our national endeavours of an economic nature.

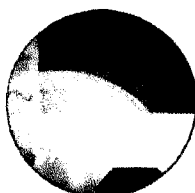
The following six areas are featured in the exhibition:

AREA 1 - Fundamental Chemistry

Periodic Table	Periodic Trends	Hands-on Atom
Marvelous Molecules	Famous Chemist	Avagadro Constant
Brownian Motion	Crystal Growth	Atomic Breakout

The exhibits in this section serve to introduce visitors to the basic concepts of Chemistry as well as famous chemists and their great contributions.

The Periodic Table orders all known elements in accordance to their similarities. An atom is the smallest building block of matter. Atoms are made up of protons, electrons and neutrons. A molecule is a combination of two or more atoms joined together by chemical bonds. Atoms and molecules are in constant motion - this is reflected at the exhibits on "Brownian Motion", "Singing Pipes" and "Crystal Growth".



A treatment substantially based on interactive exhibits is adopted in this section. Adequate information is conveyed through graphic panels so on to add further value to visitors' experience.

AREA 2 - It's a Material World

Superstrong Kevlar	Shape Memory Alloy	Polarising Sunglasses
Liquid Crystal Chair	Thermochromic Pillar	UV Beads
Non-slip Material	Miniature Magnets	Light Pipes



The exhibits in this section explore new materials which have helped to shape the technological landscape of modern society.

Kevlar is famous for its superstrong property and its applications in body armors. Shape Memory Alloy is another interesting material which can "remember" its shape even after it has been deformed. Special light effects can be created using a series of light-related materials such as polarising materials, retroreflective materials and optical fibers.

Some materials are heat-sensitive, for example, liquid crystals and thermochromic materials; they change color at different temperatures. Some materials are light-sensitive, for example, photochromic materials; they change color when UV light is exposed to it.

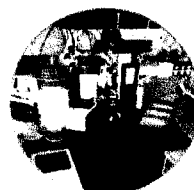
Almost all the exhibits in this section are interactive in nature. Information on the structural features of materials contributing to their special properties as well as their applications are presented through graphic panels.

AREA 3 - Phenomenal Chemistry

Freeze Your Shadow	What Colour Is It?	Smart Window
Electrochemical Ladder	Spectral Emission	

The exhibits in this section explore various chemical phenomena in an interactive manner.

Phosphorescence and fluorescence are two phenomena that are common in our everyday life. Both phenomena are connected with an electron jump-down to its ground state. Spectral emission is another phenomenon associated with the electrons falling back to their ground state. Smart Window is an application based on electrochromism.



Graphic panels in this section convey useful information on the various phenomena, including the scientific principles and applications involved.

AREA 4 - Reactive Chemistry

Flame Colouration	Colours of Ions	Paper Chromatography
	Density Columns	



In this section, visitors get an opportunity to do simple experiments involving chemical reactions.

A number of common metal ions give a distinct color in a flame. Thus, a flame test is often used as a confirmatory test to identify an unknown metal. For example, a reversible color change from blue to pink is presented when cobalt (II) chloride solution is heated and cooled.

Paper is not just an inert material. It is made of long chains of complex cellulose molecules, which contain many hydroxyl (-OH) groups. Paper chromatography separates the components in a mixture because the least soluble components stick best to the cellulose molecules while the more soluble components travel up with the aqueous solution.

AREA 5 - Chemistry In Everyday Life

Distillation Column	Car Chemistry	Pharmacopoeia Arts
Food Chemistry	Greenhouse Effect	Ozone Layer
Acid Rain	Haber Process	Reverse Osmosis
Lab-on-chip	Gas Chromatography	

Aspects of chemistry in everyday life are further explored in this section in order to show the influence of chemistry in modern society. Each exhibit is accompanied by graphic panels, which illustrate the scientific concepts and applications.

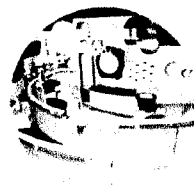
Distillation is a fundamentally important process in both chemistry and industry. The principle is vividly presented through an interactive fractional distillation column.



You are surrounded by chemistry as you drive your car -- the fuel tank, the mechanism of the engine, the catalytic converter, and many safety features, including seat belts and airbags. A host of diseases can now be prevented or treated easily and painlessly - this is largely due to the chemicals used for making antibiotics and other drugs. All food, of course, contains chemicals - from nutrients to food additives.

Chemistry is all around us!

AREA 6 - Chemical Bar



A place where a series of spectacular chemistry demonstrations and hands-on educational programmes are going on.

Chemistry is the science of changing one compound into another. This process is called chemical reaction. One way to tell a reaction has occurred is to observe a colour change or the formation of a precipitate. Reactions can occur between gases, solutions, solids or between solids and solutions.

Chemistry can be made fun by effectively demonstrating and explaining chemical principles rather than contributing to the myth that chemistry is mysterious and magic.

Figura 27 - Página do *Singapore Science Centre* dedicada aos módulos e actividades de Química

Por aquilo que foi possível observar no *síte*, os módulos interactivos de Química de laboratório, que implicam riscos de segurança, encontram-se protegidos por uma estrutura que os isola do contacto com os visitantes. É, possivelmente, devido a esse constrangimento, que o seu modelo de funcionamento é do tipo "*push button*", com um grau de interactividade subjectivo. São também realizadas sessões experimentais de Química num espaço denominado "*Chemical Bar*" (área 6).

3.3.1.4 *Heureka - The Finnish Science Centre – Finlândia*

www.heureka.fi

O *síte* do *Heureka* é bastante completo e muito informativo, sendo possível explorar virtualmente alguns dos módulos interactivos que fazem parte da sua exposição permanente (figura 28). Essas réplica virtuais são apresentadas de uma forma original e lúdica, num ambiente gráfico muito apelativo e permitindo uma navegação muito intuitiva. O módulo relacionado com a Química denomina-se "*Soap Bubble Station*". Neste módulo, os visitantes podem criar bolas de sabão tendo, para isso, que desencadear um mecanismo que "puxa" uma solução que forma uma película de sabão.

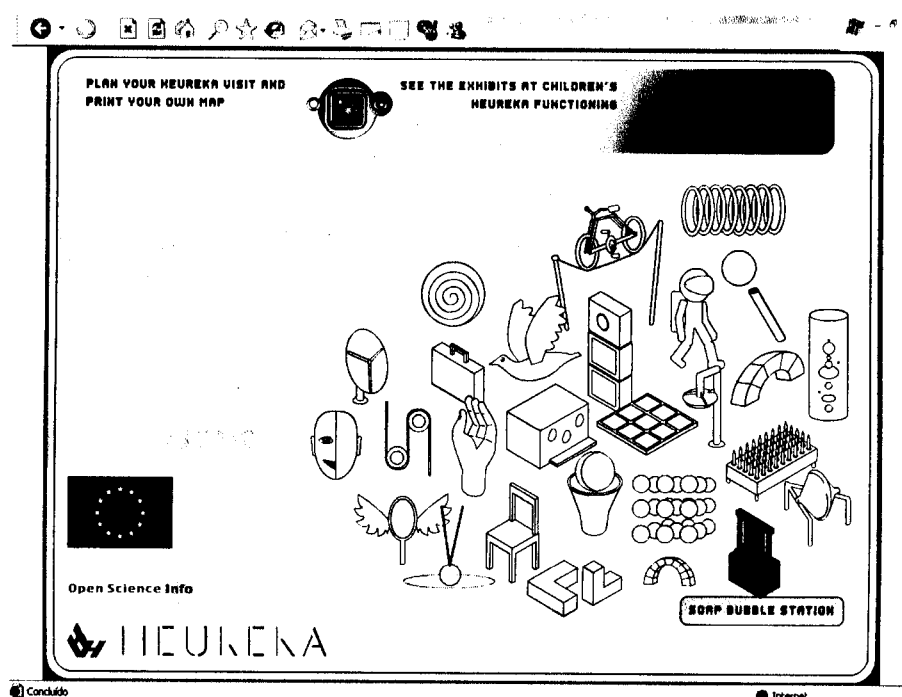


Figura 28 – Página do *Heureka* com alguns dos seus módulos interactivos

3.3.1.5 **Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología – Espanha**

www.museoelder.es

A riqueza dos conteúdos e o *design* inovador fazem deste *site* uma referência a considerar. Com uma navegação original e bastante intuitiva, este *site* permite explorar os diferentes módulos e experiências de Química que os visitantes podem encontrar neste Centro. Os módulos estão divididos por áreas e por níveis de ensino.

Este *site* consta da base de dados mas, pelo facto de ser desenvolvido em *Flash*, os módulos e as experiências não estão discriminados, dada a impossibilidade técnica de apresentar os seus *links* directos. Na figura abaixo, podemos ver a área deste *site* onde é feita a descrição de dois módulos interactivos de química do carbono, em exposição.

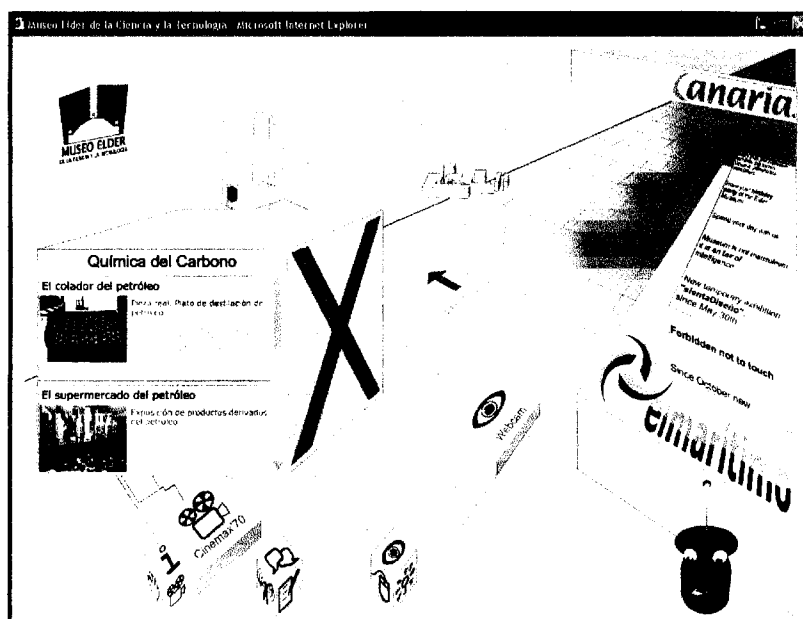


Figura 29 – Página do Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología

3.3.1.6 **Oregon Museum of Science Industry (OMSI)**

http://omsi.edu

No laboratório de Química deste Centro de Ciência é possível realizar variadíssimas actividades. Os visitantes podem, de uma forma segura, medir, misturar e até sintetizar produtos químicos em sessões que estão divididas pelas seguintes áreas:

- | | |
|-----------------------------|--------------------------|
| ▪ Matéria | ▪ Química nos brinquedos |
| ▪ Reacções químicas | ▪ Química em nossa casa |
| ▪ Bioquímica | ▪ Química alimentar |
| ▪ Química e o meio ambiente | ▪ Química no dia-a-dia |
| ▪ Indústria química | ▪ Química na arte |

A descrição destas actividades, bem como um conjunto de recursos para o ensino da Química, estão disponíveis no *site* do Centro (figura 30).



Figura 30 – Página do *site* do OMSI referente às actividades de Química.

Estas actividades estão sujeitas a uma calendarização, isto é, estão limitadas a um horário predefinido pela instituição, bem como têm que ser acompanhados por monitores. Como exemplo, apresenta-se na figura 31 o calendário das actividades disponíveis no mês de Março de 2007.

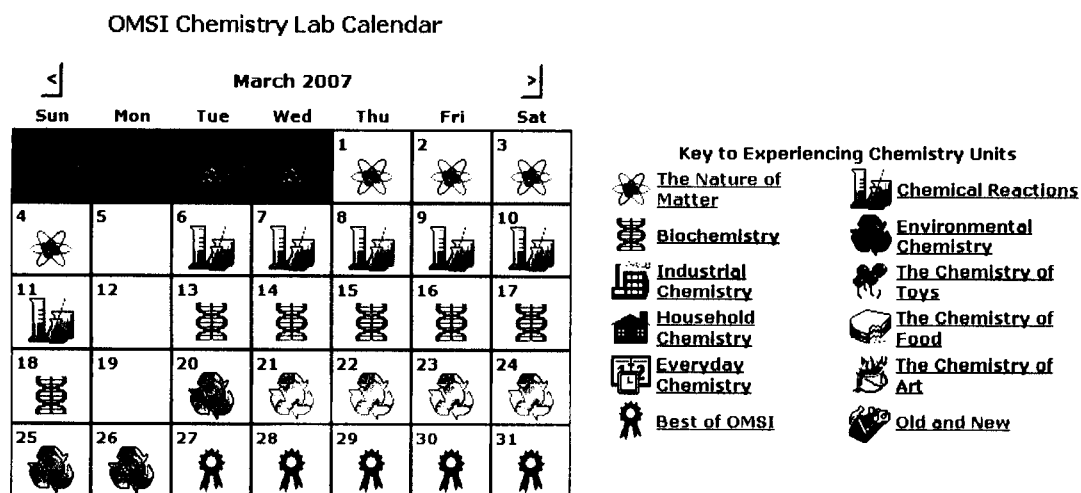


Figura 31 – Calendário de Março de 2007 das actividades de Química no OMSI

3.4 INTEGRAÇÃO DAS INFORMAÇÕES RECOLHIDAS NO PORTAL MOCHO

O “Mocho” é um portal em português de ensino das Ciências e Cultura Científica com algumas pontes para as humanidades. Tem já algum impacto na comunidade pedagógico-científica dos países de língua portuguesa, principalmente Portugal e Brasil (Mocho, 2006). Este portal é uma iniciativa do Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra, patrocinado pelo Programa Ciência Viva do Ministério da Ciência e Tecnologia, com algumas aplicações financiadas pelo Programa “Nónio” do Ministério da Educação. Aqui pode-se encontrar um conjunto de recursos, essencialmente sobre Física, Química, Matemática e outras Ciências, organizados por temas e *links* hierarquizados, com uma grande variedade de informação. A selecção desta informação é feita por profissionais da educação – professores, investigadores – fazendo deste portal uma fonte de informação credível e actual para toda a comunidade escolar e demais interessados nestas áreas.

Tendo em conta a utilidade pedagógica e a possibilidade de sistematização de alguns dados recolhidos durante a investigação realizada neste estudo, foi efectuada uma adaptação desses dados para a sua integração neste portal, na área dedicada ao Ensino (um directório de recursos pedagógicos, bibliotecas, instituições e informações para alunos e professores), onde foi criada uma sub-área denominada “Experiências de Química em Museus Interactivos de Ciência” (Figura 32).

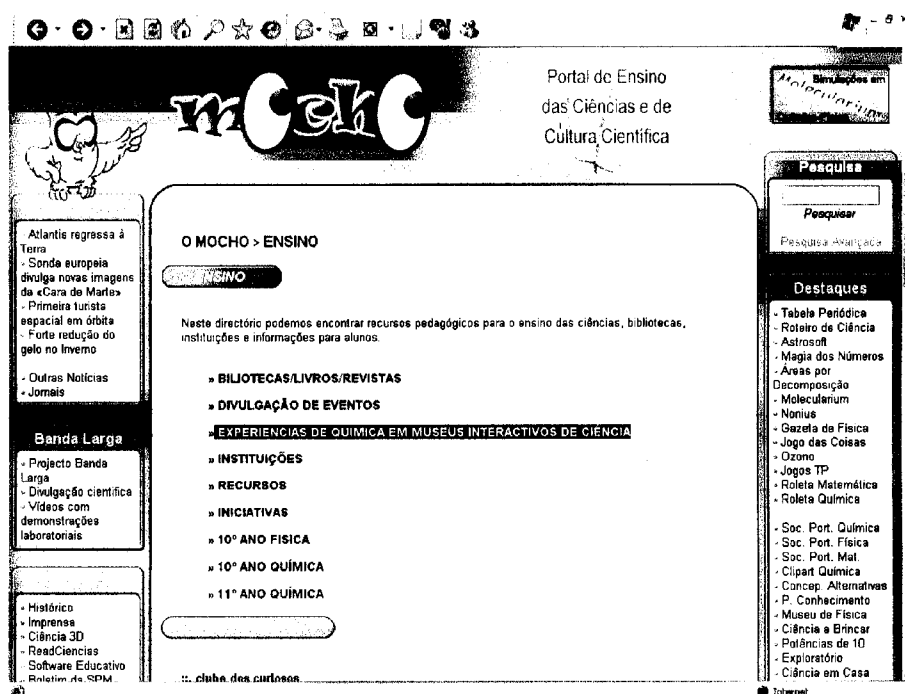


Figura 32 – Página do Mocho com a informação sobre experiências e módulos de Química em Centros e Museus de Ciência.

Inicialmente, desenvolveu-se uma base de dados de *sítes* de Centros e Museus de Ciência, nacionais e internacionais, para depois se investigar a existência, em cada um deles, de módulos interactivos de Química. Esta base de dados reúne cerca de 400 instituições.

Identificados os módulos interactivos de Química existentes nessas instituições, fez-se uma segunda base de dados onde foi elaborada uma descrição resumida desses módulos, bem como a sua organização por áreas da Química.

Paralelamente, foi também compilada, classificada e descrita a informação relativa a experiências de Química organizadas nestas instituições, visto também constituir uma informação importante para os utilizadores do Mocho.

Estas duas informações – módulos e experiências de Química nos Centros de Ciência – constituem agora um directório organizado por áreas da Química, que se encontra no endereço:

<http://www.mocho.pt/Ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/>

Estes dados estão também disponíveis em formato digital, no *site* desta tese (e em CD-Rom). Torna-se mais simples a consulta em formato digital através do qual, por simples clique, se acedem aos vários *sítes*. A consulta a partir de www.mocho.pt, por sua vez, tem a vantagem de poder ser feita com motor de busca.

Na figura 33 estão as áreas pelas quais se organizaram os módulos interactivos e as experiências de Química. A organização dos módulos e experiências por áreas da Química foi feita em função das áreas em que a informação se encontrava no *site* da instituição respectiva, e, no caso de essa informação não estar disponível, em função do fenómeno observado.

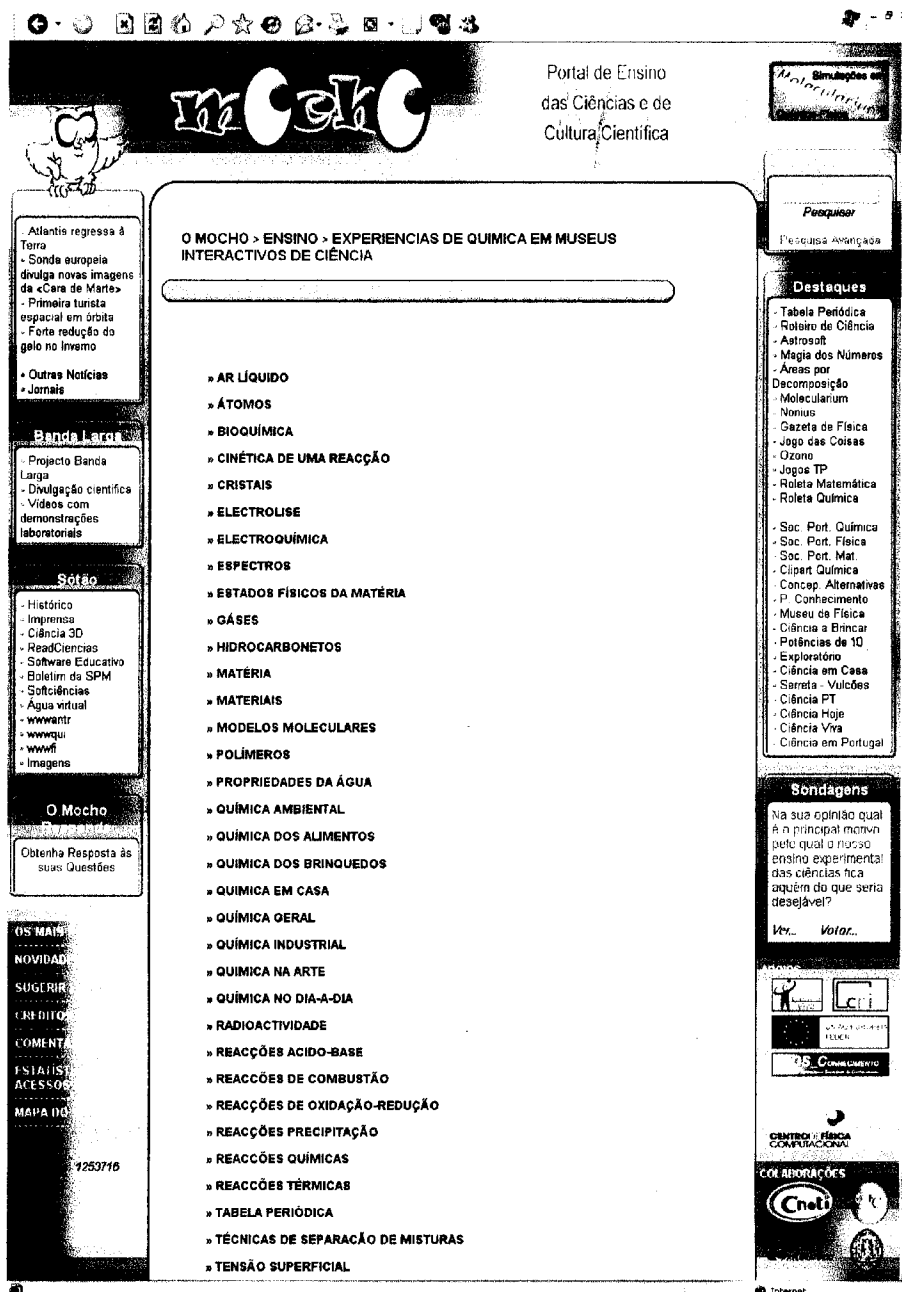


Figura 33 – Página do Mocho relativa às áreas da Química onde se inserem os módulos e experiências de Química em Museus interactivos de Ciência

Para além da classificação e descrição de cada módulo e experiência, está também disponível a hiperligação (*link*) directa para o *site*, ou área do *site*, onde estes módulos/experiências são apresentados. A figura 34 apresenta um exemplo de uma das áreas disponíveis: “Química dos Alimentos”. Nesta área é feita a descrição quer dos módulos interactivos quer das experiências de Química que se podem fazer no âmbito da Química alimentar, com a hiperligação para os respectivos Centros e Museus de Ciência.

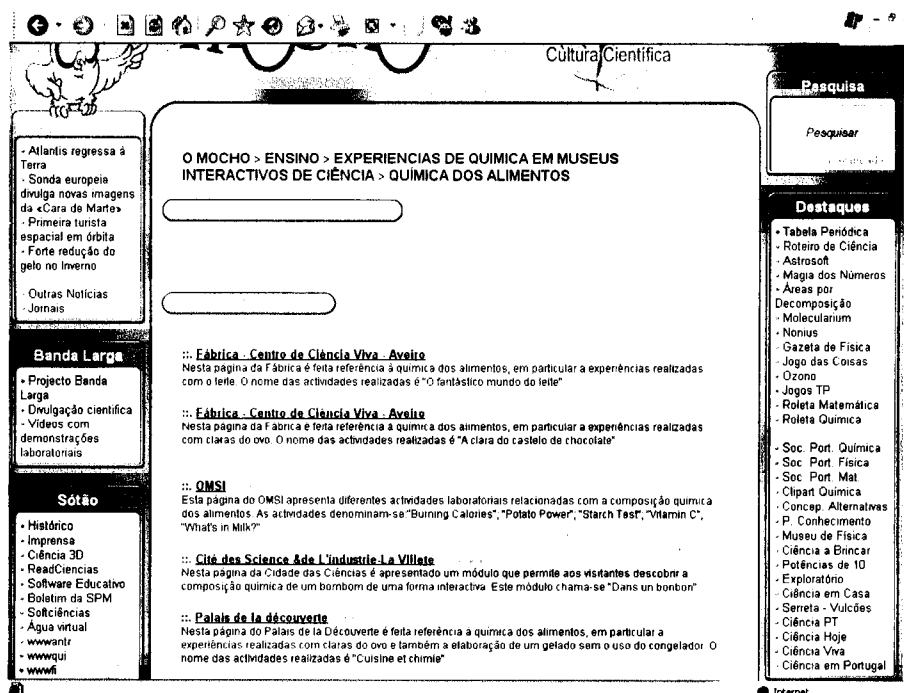


Figura 34 – Página do Mocho com a descrição dos módulos e das experiências na área da “Química Alimentar” disponíveis em diferentes instituições.

3.5 ENTREVISTAS A COLABORADORES DE CENTROS DE CIÊNCIA

A entrevista é uma forma de comunicação entre duas pessoas iniciada pelo entrevistador, com o objectivo específico de obter informação relevante. Esta metodologia de investigação permite descobrir as causas de algumas dificuldades, determinar pontos de vista, valores e preferências. Pode ser usada para testar hipóteses ou para sugerir novas e constitui o principal meio ou procedimento para a recolha de dados e de informações na pesquisa qualitativa. Tem, ainda, a grande vantagem de clarificar e ajudar a interpretar o sentido das opiniões dos entrevistados, bem como as suas atitudes e concepções.

Neste estudo, pretendeu-se testar hipóteses previamente definidas e também obter novas hipóteses, tendo-se recorrido às entrevistas, cuidadosamente planificadas, para verificar, ou não, a sua relevância para a compreensão do problema em causa.

De acordo com vários autores, nomeadamente Lincoln e Guba (1985), uma entrevista pode ser:

- Estruturada: as questões são integralmente preparadas antes da entrevista ter lugar. São colocadas pela mesma ordem e formuladas do mesmo modo para todos os entrevistados.
- Semi-estruturada: o entrevistador prepara um roteiro que o guie durante a realização da entrevista, havendo, no entanto, abertura suficiente para não seguir o guião. O investigador deve fazer incidir as suas perguntas de modo a clarificar as ideias que o entrevistado vai revelando.
- Não estruturada: é, como o nome indica, a técnica menos estruturada e só se distingue de uma conversa informal porque tem como objectivo a recolha de dados. Neste tipo de entrevista o inquiridor segue as respostas do entrevistado, não traçando uma orientação para a referida entrevista.

Para este trabalho, foi utilizada a técnica da entrevista semi-estruturada para a recolha de informações. Pretendeu-se, desta forma, recolher as opiniões dos entrevistados, as experiências, o interesse pelo problema e as suas sugestões, de forma a dar resposta ao problema em estudo. Apesar de haver um guião (Anexo II), a ordem das perguntas nem sempre foi obedecida, bem como, por vezes, foram

realizadas perguntas que dele não constavam, para dar continuidade a alguma ideia mais relevante ou para explorar melhor determinado assunto.

De facto, este tipo de entrevista tem algumas vantagens face às outras, pois permite, de acordo com Yin (1989):

- Ser adaptável às características dos entrevistados: certas questões eram melhor exploradas dependendo das funções exercidas pelo entrevistado no Centro de Ciência.
- Obter informações com um elevado grau de profundidade: quando foi necessário, explorava-se melhor determinado assunto ou resposta dada.
- Manter os entrevistados participativos: a colocação de questões a partir das respostas dos entrevistados revela interesse sobre as ideias dos mesmos.

No entanto, a entrevista semi-estruturada também apresenta algumas limitações:

- Trata-se de uma técnica bastante morosa, pois implica uma entrevista presencial e individualizada, com duração incerta e com um processo de transcrição mais complexo.
- Por ser uma técnica morosa, só é exequível para amostras pequenas, como neste caso, cuja amostra era constituída apenas por oito pessoas.
- O método de análise das entrevistas, para além de complexo, pode ser considerado subjectivo.
- Como a ordem das questões não é rígida, muitas vezes, ao perseguir a ideia dos entrevistados, alguns dos aspectos de conteúdo podem não ser focados.

De uma forma geral as etapas de uma entrevista são os seguintes:

- Planificação da entrevista em função dos objectivos gerais da investigação.
- Construção do guião, isto é, a formulação e ordenação das questões que serão colocadas na entrevista.

- Selecção dos indivíduos a entrevistar: a escolha dos entrevistados deve ser adequada aos objectivos da pesquisa.
- Preparação da entrevista: é importante informar os entrevistados sobre os resultados esperados e o tempo de duração previsto, explicitar os motivos da selecção dos entrevistados e combinar a data, a hora e o local para a realização.
- Condução da entrevista: ao iniciar a entrevista e após uma breve síntese contextualizadora, a questão inicial tem como objectivo colocar o entrevistado no tema da conversa. O entrevistador deverá saber escutar, contornar possíveis situações de silêncio com perguntas de suporte ou focagem e, quando necessário, controlar o fluxo de informação.

Estas etapas serão detalhadas para as entrevistas realizadas no capítulo seguinte.

CAPÍTULO IV

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS



- 4.1. análise das entrevistas
- 4.2. comparação dos módulos interactivos das diferentes áreas

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS

As entrevistas realizadas revelaram-se determinantes para a investigação. Para além de corroborarem as hipóteses inicialmente formuladas, deram pistas importantes para outras possibilidades. Os dados obtidos reflectem as abordagens museológicas que estão a ser seguidas pelas instituições consideradas para a apresentação da Química nos seus espaços.

Na análise de conteúdo efectuada evitou-se enveredar por técnicas mais sofisticadas que se revelariam inadequadas aos propósitos da presente investigação. De facto, procurou-se simplesmente agrupar de forma clara as opiniões dos entrevistados sobre assuntos previamente estipulados.

4.1.1 Procedimento

As entrevistas foram previamente agendadas com os entrevistados e foram realizadas nos dias combinados nos Centros de Ciência onde os entrevistados trabalham.

Seguindo o guião, que se reproduz no Anexo II, procedeu-se à realização das entrevistas que tiveram, em média, a duração de 20 minutos. Todas as entrevistas foram registadas com autorização prévia dos entrevistados por um gravador portátil, fielmente transcritas e, por fim, analisadas⁶.

4.1.2 Amostra

A amostra é constituída por 8 profissionais, 5 (62,5%) do sexo masculino e 3 (37,5%) do sexo feminino, de 3 Centros e Museus de Ciência: Exploratório (50%), Visionarium (37,5%) e Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva (12,5%). O seu tempo de ligação profissional às instituições varia entre 1 e 11 anos (média = 7,3) e as funções exercidas são bastante heterogéneas. Desta amostra, 3 elementos são professores com mais de 10 anos de serviço.

Os 3 entrevistados do Visionarium são do sexo masculino. Um deles é professor destacado no colégio de monitores há 1 ano, com 25 anos de serviço; outro é

⁶ Sobre a diversidade e unidade da análise de conteúdo é praticamente incontornável indicar a obra de Bardin (2004): *A análise de conteúdo*.

responsável pelo Departamento Técnico; e outro pelo Departamento de Conteúdos. Estes últimos trabalham na instituição há 8 anos.

Dos 4 entrevistados do Exploratório, 3 (75%) são do sexo feminino e 1 (25%) do sexo masculino, 2 deles são professores, um com 13 anos de serviço e outro com 12. O primeiro trabalha na instituição há 11 anos (desde o início) e o último há 8 anos e são responsáveis, respectivamente, pela parte administrativa/financeira e pela exposição. Dos restantes 2, um é responsável pela manutenção dos módulos de Química, desde há 4 anos e outro é técnico de informática, responsável pelo trabalho dos monitores e pela área de astronomia.

Finalmente, somente 1 entrevistado representa o Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva. É do sexo masculino, está vinculado à instituição há 7 anos e é responsável pela área expositiva.

4.1.3 Resultados e discussão

O guião foi elaborado com o intuito de esclarecer as razões pelas quais escasseiam módulos interactivos de Química nos Centros e Museus de Ciência. Naturalmente, considerou-se importante começar por interrogar os entrevistados sobre o número de módulos interactivos de Química que existia nos Centros em que trabalhavam. As suas estimativas não só corroboram o ponto de partida desta investigação, como deixam transparecer uma divisão inesperada e interessante.

De facto, nesta questão objectiva, as respostas fornecidas pelos profissionais de um mesmo Centro são variadas (tabela 7). Como se pode verificar, dum profissional para outro, o número de módulos interactivos de Química duplica e este fenómeno ocorre em ambos os Centros representados na amostra por mais de um elemento, i.e., Visionarium e Exploratório, explicável pela diversidade de funções dos entrevistados.

Tabela 7 – Número de Módulos Interactivos de Química

Instituição/ Nº de entrevistados (n)	NÚMERO DE MÓDULOS		
	≤ 6 (%)	≥7 ≤ 12 (%)	≥12 (%)
Visionarium n = 3	2 (67)	1 (33)	
Exploratório n = 4		3 (75)	1 (25)
Pav. Conhecimento n = 1	1 (100)		

Tudo indica que o termo módulo interactivo de Química pode ter dois sentidos distintos. Um sentido lato, relacionado com os módulos interactivos de Química em que os fenómenos físicos também estão incluídos, e um sentido restrito, relacionado com os módulos de Química de laboratório.

Numa das entrevistas, procurou-se provocar o aparecimento desta dupla acepção de módulo interactivo de Química, pedindo a um inquirido do Exploratório, que estimara em 15 ou 16 o número de módulos interactivos ali existentes, sobre quais desses eram laboratoriais. A estimativa sofreu imediatamente uma redução brusca, para cerca de um terço (cf. Anexo III. (W)). De toda a maneira, o Exploratório é o Centro de Ciência que conta com mais módulos interactivos de Química (tabela 7) e o único onde não permanecem os mesmos desde o início (tabela 8).

Tabela 8 - Respostas à pergunta "O número de módulos de Química tem-se mantido o mesmo?"

INSTITUIÇÃO/ Nº de entrevistados (n)	Sim (%)	Não (%)
Visionarium n = 3	3 (100)	
Exploratório n = 4		4 (100)
Pav. Conhecimento n = 1	1 (100)	

Um dos entrevistados do Exploratório é, na verdade, bastante contundente acerca dos módulos de Química existentes noutros lugares: "... ou têm uma grande carga expositiva, ou então é a interactividade do botão. E aí vai contra o princípio de funcionamento do Exploratório." (cf. Anexo III. (H)).

Na Tabela 9 estão descriminados os temas dos módulos referidos pelos entrevistados.

Tabela 9 – Temas dos módulos interactivos

TEMAS	Visionarium n = 3 (%)	Exploratório n = 4 (%)	Pav. Conhecimento n = 1 (%)
1 – Corrente eléctric./Pilha química* ¹	2 (67)		
2 – pH/Ácido-Base	3 (100)	3 (75)	
3 – Electrólise da água	2 (67)		1 (100)
4 – Oxidação-Redução	1 (33) * ¹	3 (75)	
5 – Tabela Periódica* ¹	2 (67)		
6 – Relógio vegetal/limões* ¹	1 (33)	1 (25)	
7 – Precipitação		4 (100)	
8 – Mensagem secreta		1 (25)	
9 – Taxa de alcoolémia* ²		1 (25)	
10 – Química do Olfacto* ¹		2 (50)	
11 – Cromatografia		1 (25)	
12 – Chuva ácida		1 (25)	
13 – Esp. Electromagnético* ¹			1 (100)
14 – Cadeia das Moléculas* ²			1 (100)
15 – Fluorescência* ¹			1 (100)
16 – Cristais líquidos			1 (100)

*¹ - Este módulo não é considerado para a análise pois não é um módulo interactivo de Química de laboratório;

*² - Este módulo não se encontrava em exposição ou estava em manutenção.

Os módulos do Exploratório abrangem uma maior diversidade de temas, enquanto os temas dos módulos do Visionarium são os mesmos que estão presentes nos outros espaços. O Pavilhão do Conhecimento tem, como o Visionarium, um reduzido número de módulos interactivos de Química de laboratório, mas com uma diferença que importa realçar: um dos temas abordados por um dos seus módulos só existe neste Centro de Ciência (módulo "Cristais líquidos").

Não parecem, portanto, subsistir muitas dúvidas quanto à escassez de módulos interactivos de Química nos Centros de Ciência. Constatou-se também que a noção de módulos interactivos de Química consente duas abordagens distintas, que inferimos tanto da falta de consenso quanto ao número de módulos interactivos de Química entre diferentes entrevistados da mesma instituição, como dos próprios depoimentos,

os quais não poucas vezes se ressentem dessa duplicidade. O caso mais flagrante será talvez o do Visionarium⁷ (cf. Anexo III. (X)).

Antes de se avançar para a parte nuclear desta análise, há que recordar que foram enumeradas sete explicações verosímeis para a desproporção entre o número de módulos interactivos de Química e o número de módulos de outras áreas da Ciência, nomeadamente de Física (cf. Capítulo I, sub capítulo 1.3). Não obstante, manteve-se atenção às razões apresentadas espontaneamente pelos inquiridos que não se incluíssem nas de partida. Decidiu-se, ainda assim, preservar a codificação original, adicionando as eventuais novas explicações após a H₇ – Outros (tabela 10). Foi o caso das questões relacionadas com as limitações em termos de espaço físico dos Centros (H₈ – Espaço) uma vez que 67% dos entrevistados, no Visionarium, e 50 %, no Exploratório, o indicam.

Tabela 10 – Constrangimentos à criação de módulos interactivos de Química

CONSTRANGIMENTOS	Visionarium n = 3 (%)	Exploratório n = 4 (%)	Pav. Conhecimento n = 1 (%)
H ₁ – Custo de concepção dos módulos	2 (67)	2 (50)	1 (100)
H ₂ – Custo de manutenção dos módulos	3 (100)	2 (50)	1 (100)
H ₃ – Factores de segurança	1 (33)	2 (50)	
H ₄ – Necessidades especiais de monitorização	3 (100)	1 (25)	
H ₅ – Gestão de resíduos		1 (25)	
H ₆ – Natureza dos processos químicos	1 (33)		1 (100)
H ₇ – Outros		1 (25)	
H ₈ – Espaço	2 (67)	3 (75)	

A tabela 11 reúne as citações dos entrevistados sobre os constrangimentos associados aos módulos interactivos de Química.

⁷ Cf. Anexo III. (X). Eis um exemplo: "Daquilo que eu entendo da química, a química pura, para mim existem 4 módulos interactivos" (X)

Tabela 11 – Citações dos entrevistados sobre os constrangimentos dos módulos de Química interactivos

CONSTRANGIMENTOS	CITAÇÕES
H₁ – Custo de concepção dos módulos	"Mais custo e é muito mais difícil desenvolver módulos interactivos da química do que seguramente na área da física" (X) "...e depois também a dificuldade em criar módulos deste género." (Z) "... é muito mais fácil fazer módulos de física do que de química." (W) "Talvez seja mais fácil ter módulos de física." (D) "... devido a uma maior complexidade na produção..." (T)
H₂ – Custo de manutenção dos módulos	"...têm que ter um apoio mais ou menos permanente para que as coisas funcionem..." (X) "...obrigam a uma atenção mais redobrada em relação ao estado deles..." (Y) "Acho que os elevados custos de estar sempre a colocar novos reagentes, a manutenção que é feita aos equipamentos..." (Z) "...são de mais difícil manutenção diária...." (H) "...os de química dão mais trabalho que os outros, em relação à reposição de reagentes..." (V) "...na manutenção desses módulos." (T)
H₃ – Factores de segurança	"... há algumas experiências químicas que requerem bastantes medidas de segurança" (Y) "A química é menos contemplada exactamente pela dificuldade que há no aspecto da segurança com os visitantes." (H) "...os de química dão mais trabalho que os outros, em relação (...) à segurança" (V)
H₄ – Necessidades especiais de monitorização	"...um apoio, uma visita muito mais personalizados." (X) "...requer monitores, guias, especializados eventualmente até só destinados a essa área..." (Y) "...devido à necessidade de um acompanhamento técnico muito maior." (Z) "Tem que haver alguém por trás que esteja em cima do acontecimento para que as coisas corram bem..." (H)
H₅ – Gestão de resíduos	"O problema da química mesmo é os reagentes, não temos aqui neste espaço de exposição um esgoto para onde deveriam ir as coisa" (W) "Os que não podem ir para o lixo normal, são levados para o departamento de química da Universidade de Coimbra" (H)
H₆ – Natureza dos processos químicos	"É um obstáculo, se não o principal obstáculo, controlar os fenómenos mecanicamente." (X) "É uma área mais delicada... onde os processos são mais lentos, onde não foram ainda explorados temas com interactividade imediata." (T)
H₇ – Outros	"É mais fácil ter módulos de Física... Conseguem-se fazer e arranjar uma explicação científica de uma experiência que seja apelativa e que as pessoas possam fazer..." (D)
H₈ – Espaço	"...é necessário criar um mínimo de infra-estruturas, um mini laboratório onde seja possível manipular." (X) "...eu não vejo inconveniente, a não ser a limitação de espaço..." (Y) "É difícil com este espaço que temos, nós temos 300 m² de exposição é impossível." (W) "O espaço também é pequeno, para fazermos mais módulos implicaria que teríamos que retirar alguma coisa." (D) "Há falta de espaço aqui no Exploratório, para colocar mais módulos de química era preciso retirar outros." (V)

Da análise destas duas tabelas (10 e 11), verifica-se que os constrangimentos agrupados sob o nome de *Custos de concepção* (H_1) e *Custo de manutenção* (H_2) não se prendem exclusivamente aos aspectos financeiros, mas também às dificuldades no próprio processo criativo e às exigências da manutenção. Aliás, neste contexto, a comparação dos módulos interactivos de Química com os de Física surge frequentemente: "Talvez seja mais fácil ter módulos de Física" (cf. Anexo III.(D)).

Por outro lado, certos constrangimentos parecem associar-se às características próprias dos Centros de Ciência: os factores de segurança (H_3), embora mencionados nos três grupos, são-no apenas por 33%, no Visionarium⁸, enquanto o são por 50% dos entrevistados no Exploratório. As dificuldades de tratamento dos resíduos (H_5) são mencionadas apenas por dois entrevistados do Exploratório enquanto nos outros Centros de Ciência não parecem levantar qualquer problema, o que se compreende facilmente pelo tipo de módulos e de interactividade utilizados. Quanto à natureza dos processos, dos dois entrevistados que o referem, somente o do Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva, o faz espontaneamente.

No Visionarium, as respostas são, em parte, mais homogéneas: quer as razões relacionadas com os custos de manutenção (H_2), quer as razões relacionadas com as necessidades especiais de monitorização (H_4) são mencionadas por todos os inquiridos. Aquelas que se relacionam com os custos de concepção (H_1) e com o espaço (H_8) são ambas mencionadas por 67% dos inquiridos.

Se as razões apontadas podem aparentemente variar de acordo com a instituição, devido – talvez – à sua vocação e propósitos, não parecem depender da profissão ou função desempenhada na instituição. A leitura dos dados é, contudo, duplamente frágil. Pelas razões conhecidas que, fazendo da entrevista um instrumento que apura dados ricos e variados, tornam esses dados de difícil análise⁹ e porque a amostra é demasiado pequena para que os indícios se façam conclusões.

⁸ Comparação de duas afirmações feitas por um elemento do Visionarium no decorrer da entrevista: "Todos os 160 módulos estão protegidos em relação ao visitantes. Estes têm a mesma segurança que têm todos os outros" e mais adiante "... a mais evidente prende-se logo com a questão da segurança (...) há algumas experiências químicas que requerem bastantes medidas de segurança...". Num primeiro momento, o inquirido respondia a uma questão sobre a segurança dos actuais módulos de Química do Visionarium, num segundo momento, respondia à questão sobre quais eram as razões pelas quais havia tal diferença entre o número de módulos de Química e outros. A questão elucida-se definitivamente com a seguinte asserção: "...para ser um módulo interactivo ou verdadeiramente interactivo, o utilizador iria manusear os reagentes (...). O que não se enquadra no tipo de visita que temos aqui no Visionarium." (cf. Anexo III. (Y))

⁹ A análise de conteúdo exerce-se precisamente no centro dessa tensão constante entre a riqueza do plural e a necessidade de agrupar: "Par le spécialiste de l'analyse de contenu (...)

Resta ainda uma questão importante: como é que estas três instituições procuram contornar a inegável escassez de módulos interactivos de Química?

A grande esperança do Visionarium consistia na criação de um laboratório, um novo espaço dedicado não só à Química, mas também à Biologia, onde se poderiam realizar outro tipo de actividades mais laboratoriais. Entretanto, de acordo com dois dos entrevistados, já se realizam alguns "programas educativos ou oficinas experimentais ou ateliers" (cf. Anexo III. (Z)).

No Exploratório, a solução encontrada passa pela realização de festas de aniversário com actividades de Química (mencionadas por 3 entrevistados, cf. Anexo III. (H), (D), (V)) e a organização, por exemplo, de actividades na FNAC (mencionada por 2 entrevistados, cf. Anexo III. (H), (D)). Um dos entrevistados (cf. Anexo III. (W)) refere uma incursão pela simulação em computador.

No Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva, o único entrevistado assinala a realização de "sessões temáticas fora da exposição permanente (cf. Anexo III. (T)).

As sessões orientadas ou as oficinas, realizadas ou não nas instituições, revelam-se, assim, como a alternativa clássica, enquanto as "festas de aniversário com Química" parecem constituir o sinal mais claro da vontade de levar a Química ao público infantil.

Da análise resultam, então, três ideias fundamentais que se poderão agora adequadamente formular.

A primeira diz respeito às dificuldades que a noção de interactividade levanta à Química. Trata-se de uma questão de representação da Química ou da sua relação com o grande público. Se considerarmos que "as representações não são (...), ou não são apenas, mediações, são factores constituintes do estímulo e modeladores da resposta" (Vala, 2004), não se pode deixar de concluir que o estudo deste problema é urgente.

E quais são os constrangimentos (tabela 11) que os profissionais dos Centros de Ciência assinalam? As explicações hipotéticas que se enumeraram, por um lado, não ressoam do mesmo modo nas três instituições e não parecem depender da profissão ou da função desempenhada. Esta é a segunda ideia principal. Há, no entanto, alguns constrangimentos comuns, como o custo de concepção (H_1), custo de manutenção

c'est (...) l'ensemble des textes, écrits ou parlés, qui sont moyens, la fin étant la découverte d'un phénomène psychosocial qu'on n'aurait pas atteint par d'autres voies, mais qui n'en est pas moins véritable objet de l'intérêt" (Daval, 1967, 468).

(H₂) e espaço (H₈). Mas outros são mais veementes num Centro, como os factores de segurança no Exploratório ou a necessidade de monitorização (H₄), no Visionarium.

A terceira linha de investigação que se perseguiu na análise relaciona-se, precisamente, com as estratégias e ideias sobre como apresentar a Química de forma mais interactiva, mas sem as exigências do cenário laboratorial. Neste ponto, as propostas são muito reduzidas.

4.2 COMPARAÇÃO DOS MÓDULOS INTERACTIVOS DAS DIFERENTES ÁREAS

Para complementar os resultados obtidos pela análise das entrevistas, importa proceder a uma análise comparativa entre o número de módulos interactivos de Química e os das outras áreas relacionadas com a Física para alguns Centros de Ciência.

Tendo em conta as limitações existentes para a recolha destes dados, já referidas para os módulos de Química e igualmente presentes para os módulos de Física, esta análise será apenas feita a 3 Centros de Ciência portugueses (tabelas 12, 13 e 14), aqueles onde foram realizadas as entrevistas, e a 2 estrangeiros (tabelas 15 e 16), escolhidos pelo facto de disponibilizarem uma descrição detalhada de todos os seus módulos em exposição, permitindo, desta forma, a sua classificação por áreas temáticas.

Uma das instituições que se pretendia utilizar para esta análise era o *Exploratorium* de São Francisco, uma referência mundial em termos de Centro de Ciência. Como não era possível, através do seu *site*, proceder a uma contagem dos módulos interactivos, foi enviado um *e-mail* a pedir essa informação: a resposta a esse *e-mail* foi a que essa contagem nunca tinha sido feita (anexo I.(f)), não podendo, dessa forma, ser considerado.

Por outro lado, para facilitar esta análise, e porque não é relevante para este estudo discriminar minuciosamente as áreas da Física abordadas, decidiu-se juntar algumas áreas da Física em grupos mais abrangentes, pois a sua função neste caso é que sirvam de exemplos comparativos.

Tabela 12 – Número de módulos interactivos por áreas, no interior do Exploratório

Nº de Módulos Interactivos do Exploratório (interior)					
Química	Mecânica, movimentos e forças	Electricidade e magnetismo	Luz, cor, visão e percepção	Som e ondas	Astronomia
6	13	15	44	8	1

Tabela 13 – Número de módulos interactivos por áreas do Pavilhão do Conhecimento

Nº de Módulos Interactivos do Pavilhão do Conhecimento					
Química	Mecânica, movimentos e forças	Electricidade e magnetismo	Luz, cor, visão e percepção	Som e ondas	Astronomia
2	17	3	42	10	1

Tabela 14 – Número de módulos interactivos por áreas do Visionarium

Nº de Módulos Interactivos do Visionarium					
Química	Mecânica, movimentos e forças	Electricidade e magnetismo	Luz, cor, visão e percepção	Som e ondas	Astronomia
2	24	15	18	10	15

Nos Centros e Museus de Ciência nacionais, os módulos interactivos relacionados com as áreas da Física estão incomparavelmente em maior número do que os módulos relacionados com a Química de laboratório, como já tinha sido concluído através das entrevistas.

Como referido, foram também escolhidos para esta comparação dois Centros de Ciência internacionais: o *Exploratory* (tabela 15), um Centro de Ciência no Reino Unido e o *OMSI* (tabela 16) nos EUA.

Tabela 15 – Número de módulos interactivos por áreas do Exploratory

Nº de Módulos Interactivos do Exploratory					
Química	Mecânica, movimentos e forças	Electricidade e magnetismo	Luz, cor, visão e percepção	Som e ondas	Astronomia
9	39	32	107	9	14

Tabela 16 – Número de módulos interactivos por áreas do OMSI

Nº de Módulos Interactivos do OMSI					
Química	Ar	Energia	Luz, cor, visão e percepção	Água	Mecânica
9	4	4	20	6	8

Como se pode constatar, trata-se de uma situação igualmente verificável nos Centros e Museus de Ciência internacionais.

CAPÍTULO V

**5. CONCLUSÕES,
RECOMENDAÇÕES E
SUGESTÕES**



- 5.1. principais conclusões
- 5.2. recomendações
- 5.3. sugestões para futuras investigações

5 CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

5.1 PRINCIPAIS CONCLUSÕES

A investigação realizada neste trabalho permite concluir que o escasso número de módulos interactivos de Química de laboratório nos Centros e Museus de Ciência é explicado pelas diferentes hipóteses colocadas – custo de concepção e de manutenção dos módulos, factores de segurança, necessidades especiais de monitorização, gestão de resíduos e pela natureza dos processos químicos – bem como por outros motivos levantados pelos entrevistados, nomeadamente as limitações de espaço das instituições. As hipóteses de investigação verificaram-se válidas para explicar o problema apresentado.

Será possível, então, concluir que os módulos interactivos de Química de laboratório não se enquadram no modelo de funcionamento e de abordagem museológica dos Centros e Museus de Ciência? Para se compreender esta questão, importa reter o seguinte: de acordo com as entrevistas realizadas e a revisão bibliográfica, é possível afirmar que, quer por questões de segurança, quer por questões pedagógicas, os módulos interactivos de Química de laboratório requerem um acompanhamento especial em relação aos das outras áreas. Ou seja, a exploração das potencialidades desses módulos pelos visitantes, a nível operacional e de aprofundamento dos seus conteúdos, enquadra-se num modelo de “visita guiada”. No entanto, e de acordo com Gil e Lourenço (1999), uma visita guiada a um espaço participativo, em que o visitante, por si, vai manipulando as montagens e procurando obter respostas, é um enorme contra-senso, desvirtua a natureza interactiva da exposição e não faz qualquer sentido.

Não parece totalmente defensável este ponto de vista mas talvez seja de considerar que a abordagem museológica da Química através de módulos interactivos só é possível para determinadas áreas ou níveis mais básicos.

A partir de determinado nível de complexidade, ou para realizar determinadas reacções químicas, os módulos não dão resposta às especificidades desses contextos: ou porque obrigariam o visitante a interagir com instrumentos e materiais perigosos, expondo-o a situações de risco; ou porque obrigariam a uma preparação prévia por parte do visitante que este, normalmente, não está disposto a fazer; ou porque o tempo necessário para a realização da actividade não se enquadra no tempo médio que o visitante está disposto a despende num módulo; ou porque as próprias

instalações dos Centros e Museus de Ciência não têm determinados requisitos para o funcionamento desses módulos (exemplo, sistemas de exaustão de gases).

No entanto, também se conclui que o que é considerado problema em muitos Centros de Ciência, pode não o ser noutros. Por exemplo, as questões dos custos de concepção ou de acompanhamento não constituem problema para Centros com elevada capacidade financeira, como é o caso do *Singapore Science Centre*, mas para outros são considerados cruciais para o problema.

Por outro lado, o funcionamento dos próprios Centros e Museus de Ciência obedece a lógicas e filosofias distintas, o que determina uma maneira diferente de olhar para este problema: há casos em que são privilegiados os módulos que não impliquem cuidados especiais de acompanhamento – o que implica níveis de interactividade inferiores mas uma maior liberdade por parte do visitante – e outros em que o acompanhamento próprio e especializado é assumido como essencial, para a contextualização dos conteúdos abordados e para a correcta operacionalização dos módulos – com as desvantagens que isso pode trazer ao nível da autonomia e liberdade do visitante, aspectos defendidos, por diversos autores, como essenciais para o modelo de visita a Centros e Museus de Ciência.

Outra conclusão importante prende-se com as características que um módulo interactivo de Química deve ter para ser bem sucedido, das quais se destacam:

- Deve permitir a observação de alguma alteração durante o processo (por exemplo, uma mudança de cor, mudança de temperatura, ou até a libertação de um gás), pois só desta forma as reacções se tornam visíveis para os visitantes.
- Ser de rápida percepção para interacção.
- O tempo de duração do fenómeno ser rápido.
- Usar químicos não tóxicos.
- Fazer a contextualização do processo que está a abordar com o mundo exterior.
- Atender às correntes didácticas e psicológicas e aos contextos sócio-culturais.
- Ter uma componente de descoberta com cariz lúdico.

Para além de todos os problemas referidos, os Centros e Museus de Ciência não parecem estar a focar os seus recursos criativos nem no desenvolvimento conceptual nem na realização técnica de módulos interactivos de Química – com a excepção do Exploratório. Estão sim a optar pela realização de actividades experimentais de Química em espaços tipo laboratório, organizando actividades, quer de cariz demonstrativo, quer experimental, tendo sempre um monitor a acompanhar a

realização destas actividades, colmatando o pouco espaço que dedicam à Química nas suas exposições.

Por último, e tendo em conta a pesquisa realizada nesta investigação, nomeadamente ao nível da realidade nacional (sublinhe-se que foram realizadas entrevistas em todos os Centros de Ciência que possuem módulos interactivos de química de laboratório), importa referir que as conclusões obtidas reflectem com elevado grau de credibilidade o *status quo* deste problema. No entanto, os dados ricos e variados obtidos durante esta investigação, que levaram à verificação das hipóteses propostas e à descoberta de novas, não permite (nem era objectivo do estudo) proceder a uma generalização das conclusões obtidas.

5.2. RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem-nos apontar alguns vectores de actuação para que Centros e Museus de Ciência possam dar resposta ao problema detectado.

O projecto "*Chemistry for life*", apesar das críticas levantadas aos resultados finais apresentados, surge como um modelo muito interessante para modificar esta situação. A sua natureza colaborativa foi potencializadora de resultados, e demonstrativa da necessidade do aprofundamento de projectos internacionais em consórcio para o desenvolvimento de módulos interactivos de Química. Economicamente racional, ao permitir a diluição dos custos de concepção por diferentes instituições, é um modelo aglutinador de massa crítica e criativa, que permite diferentes abordagens ao problema e um enriquecimento óbvio ao nível de experiências e de *know-how*.

É imperioso desenvolver esforços no sentido de aumentar a qualidade dos módulos e das actividades de Química. Actualmente, os temas explorados nos módulos revelam alguma falta de novidade e enquadramento com as novas tendências da pedagogia das ciências: a separação da molécula de água é o tema mais frequente dos módulos existentes. A exploração de novos temas – como os polímeros e suas aplicações – e o recurso a novos meios expositivos, como a multimédia e as simulações computacionais (que permitem a realização de reacções mais complexas e que envolvam reagentes químicos perigosos), numa lógica complementar de interactividade, podem ser uma solução para este problema.

Um outro vector de orientação está relacionado com as actividades de Química promovidas nos Centros e Museus de Ciência. Verificada neste estudo como uma

prática já usual nestas instituições, a realização destas actividades apresenta-se como uma estratégia acertada para colmatar a reduzida oferta expositiva. No entanto, é importante que o recurso à criação de laboratórios para colmatar o reduzido número de módulos interactivos de química tenha realmente o efeito desejado, isto é, que o seu funcionamento seja pensado numa lógica de experimentação e não numa lógica de demonstração. Se o objectivo é colocar o visitante no meio da questão, os laboratórios devem permitir ao visitante um envolvimento directo com as actividades desenvolvidas e não colocá-lo na posição de espectador de uma sessão simplesmente expositiva. Além disso, as actividades nestes laboratórios não devem ser réplicas daquelas realizadas nas escolas, devendo ter uma maior componente lúdica ligada ao ensino informal das ciências.

Outra recomendação prende-se com a necessidade de uma maior articulação entre os Centros e Museus de Ciência e as Universidades. Plataformas por excelência de produção e divulgação do conhecimento, as Universidades podem desempenhar um papel importante quer ao nível da concepção, quer ao nível da produção de módulos para Centros e Museus de Ciência. Essa relação é intensa, por exemplo, entre o Exploratório e a Universidade de Coimbra. Também o módulo "Chuvas Ácidas", concebido num projecto da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, é um bom exemplo. Beneficiam as Universidades, ao alargar o seu espectro de acção a novos públicos e ao contribuírem para a divulgação da cultura científica em espaços informais de aprendizagem; beneficiam investigadores e alunos, ao verem materializado o seu trabalho teórico; e, principalmente, beneficiam os Centros e Museus de Ciência, ao terem a possibilidade de renovar a sua oferta expositiva, com garantias de actualidade, rigor científico e interesse pedagógico.

Importa também trazer esta discussão para o interior das próprias escolas do Ensino Básico e Secundário. O desenvolvimento de módulos interactivos de Química pode constituir um excelente tema para, por exemplo, projectos no âmbito dos Clubes de Ciência, de projectos Ciência Viva ou mesmo da disciplina Área Projecto. Para isso, o apoio aos professores é fundamental: os serviços educativos dos Centros e Museus de Ciência devem dar uma especial atenção à Química nas actividades de formação e apoio que organizam para professores.

Se, por um lado, é determinante pensar em conceber protótipos mais baratos e mais flexíveis para uma maior disseminação dos módulos pelas diferentes instituições, por outro lado, importa também concentrar alguns esforços criativos no desenvolvimento de módulos interactivos mais complexos (em termos de reacções químicas). Esta situação, no entanto, deve ser acompanhada pelo desenvolvimento de processos de gestão de resíduos mais profissionais e ambientalmente responsáveis. Esta questão

ganha pertinência quando verificamos que os Centros e Museus de Ciência não têm capacidade para gerir os resíduos produzidos pelos actuais módulos das suas exposições, estando dependentes de outras instituições (Universidades e outras) para a reciclagem, tratamento ou armazenamento desses resíduos.

5.3. SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES

Na sequência das conclusões aqui apresentadas, a concepção de experiências/actividades de Química – diferentes e lúdicas – para laboratórios ou espaços de demonstração nos Centros e Museus de Ciência, constitui uma oportunidade de investigação única e com grandes possibilidades de aplicabilidade por estas instituições.

O já mencionado módulo “Chuvas Ácidas”, concebido num projecto da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, pode ser a base para um futuro trabalho de investigação sobre módulos interactivos. A melhoria do seu *design*, as questões relacionadas com a segurança – principalmente no que diz respeito ao manuseamento do enxofre pelos visitantes e à exaustão do dióxido de enxofre libertado –, o desenvolvimento de painéis com instruções e explicações do módulo, constituem desafios interessantes para futuras investigações.

A concepção de novos módulos interactivos de Química é, logicamente, uma sugestão para futuros trabalhos. Na sequência das conclusões desta investigação, o desenvolvimento de módulos inovadores, que dêem resposta aos problemas detectados nesta investigação, é um campo rico para projectos de investigação.

O presente trabalho foi para a investigadora de grande motivação, aprendizagem e ampliação de conhecimentos. Oxalá constitua também um legado para todos aqueles (muitos) que partilham o fascínio pela divulgação científica e pela Química em particular!

BIBLIOGRAFIA

- ALTRICHETER, H., POSH, P., SOMEKH, B. (1993).- *Teachers Investigate their Work - An introduction to the methods of action research*. London: Routledge.
- ASENSIO, M., POL, E., (1999).- Nuevos escenarios para la interpretación del patrimonio: El desarrollo de programas públicos. Madrid: Departamento de psicología, Universidade Autónoma (mimeo.). (1999)
- BARDIN, L. (2004).- *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70. (3ª ed.). [orig. francês: L'Analyse de Contenu. Paris: PUF, 1977].
- BARRY, A. (1998).- *On Interactivity: Consumers, Citizens and Culture*. In *The Politics of Display: Museums, Science, Culture*. ed. Sharon Macdonald, Londres: Routledge. pp. 98-117.
- BEEBLESTONE, J.G., [et al]. (1998).- The Science Center Movement: Contexts, practice, next challenges. *Public Understanding of Science*. 7 (Jan, 1998) pp. 5-26.
- BOGDAN, R., BIKLEN, S. (1999).- *Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- CARMO, Hermano, FERREIRA, Manuela M. (1998).- *Metodologia da Investigação*. Lisboa: Universidade Aberta.
- CAZELLI, S. [et tal]. (1999).- Tendências Pedagógicas das Exposições de um Museu de Ciências. Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Valinhos. SP: Anais do II ENPEC. (1999)
- CHAGAS, I. (1993).- Aprendizagem não formal/formal das ciências: relações entre Museus de ciência e as escolas. *Revista de Educação*. Lisboa: Departamento de Educação da FCUL. 3 (1). (1993). pp. 51-59.
- CHEVALLARD, Y. (1991).- *LA transposición didáctica: del saber sabido al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, s.d.
- COLLARD, David M., McKEE, S. (1998).- Polymer Chemistry in Science Centers and Museums: A Survey of Education Resources. *Journal of Chemical Education*. 75 (1998) pp.1419-1423.
- CUESTA, M. [et al]. (2002).- Centros Interactivos de Ciencia: Su Papel en el Aprendizaje de la Física, en Aspectos Didácticos de Física y Química. (Física). ICE. Universidade de Zaragoza. (2002)
- DAVAL, R. (1967).- *Traité de Psychologie Sociale*. Paris: PUF. pp. 464-524. (2ème éd.).

- DELICADO, Ana I. O. (2005).- *A museologia da ciência em Portugal*. Lisboa: 2005. Tese apresentada ao Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa. p. 445.
- DURANT, J. (1992).- *Museums and the Public Understanding of Science*. NMSI Trading Ltd. (1992) p.8.
- FEHLHAMMER, W. Peter (2000).- O Projecto - "Chemistry in European Museums". Palestra apresentada na conferência de Washington. (2000)
- FERNANDES, Alice, GONÇALVES, Carla, SILVA, Nuno, SIMÕES, Rita. (2002-03).- Projecto Chuva Ácida. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. pp. 52-61.
- FREITAS, Mário (1999).- Os Museus e o Ensino das Ciências. *Comunicar Ciência*. 3.(Set/Out 1999) p.1.
- GHOSE, S (2000).- From hands-on to mind-on: creativity in science museums. *Museums of modern science*, ed. Lindquist, Canton, Watson Publishing International. (2000) pp. 117-127.
- GIL, F. Bragança, LOURENÇO, C. Marta (1999) – Que ganhamos hoje em levar os nossos alunos a um museu. *Comunicar Ciência*. 3.(Set/Out 1999) pp. 4-5.
- GILBERT, J. (2005).- *Constructing Worlds Trough Science Education: the Selected Works of John K. Gilbert*. UK: World Library of Educationalist. p.168.
- HEIN, G. (1998).- *Learning in the museums*. London. Routledge.
- HEIN, G. E. (1995).- The constructivist museum. *Journal of Education in Museums*. 16 (1995) pp 21-23.
- ICOM Statutes (1989).- Maison de L'Unesco : Paris Cedex 15, France
- LINCOLN, Y., GUBA, E. (1985).- *Naturalistic inquiry*. New York: Sage Publications.
- McCLAFFERTY, T. P., RENNIE, L. J. (1996).- Science Centres and Science Learning. *Studies in Science Education*. 27 (1996) pp. 53-98.
- McMANUS, P. (1992).- Topics in Museums and Science Education. *Studies in Science Education*. 20. (1992) pp. 157-182.
- NIERO M (1987).- *Paradigmi e Metodi di Ricerca Sociale: l'Inchiesta, l'Osservazione e il Delphi*. Vicenza: Nuovo Progetto.
- OPPENHEIMER, F. (1968).- A Rationale for a Science Museum. *Curator: The Museum Journal*. 11(3). (1968) p. 206.

PADILLA, J. (2000).- Desarrollo de los Museos y Centros de Ciencia en México. Conferência em Curso para Treinamento em Centros e Museos de Ciência. Estação Ciência – USP. São Paulo. (2000)

PAIVA J., COSTA, L., FIOLEAIS, C. (2006).- “MOCHO”: *Um Portal de Ciência e Cultura Científica*. [on-line] <http://www-gist.det.uvigo.es/~ie2002/actas/paper-117.pdf> disponível em 10-10-2006.

RIBEIRO, M^a Emília C. (2005).- Os Museus e centros de ciência como ambientes de aprendizagem. Dissertação apresentada ao Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.

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) (2003) pp. 121-137.

SIMONNEAUX, L., JACOBI, D. (1997).-Language constraints in producing prefiguration posters for scientific exhibition. *Public Understanding of Science*.6 (Out, 1997) pp. 383-408.

TEMPLETON, M. (1992).- *A Formula for Success: Chemistry at Science Museums*. ASTC (1992)

TRAUTMANN, C., SILBERMAN, Robert G., MERKEL, Susan M. (2004).-Chemistry at Science Museum. *Journal of Chemical Education*. 81 (2004) p.51.

VALA, J. (2004).- *Representações sociais e psicologia social do conhecimento quotidiano*. In J. Vala, & M. B. Monteiro (Coods.). Psicologia social/Lisboa: Calouste Gulbenkian. pp. 457-502. 6^a ed.

WAGENSBERG, J (2000).- In favour of scientific knowledge: the new museums. *Museums of modern science*, ed. Lindquist, Canton, Watson Publishing International, (2000) pp.129-138.

WEITZE, Marc-Denis (2004).- *Science Centers: examples from the U.S. and from Germany*. (2004)

WELLINGTON, J. (2000).- *Educational Research: Contemporary Issues and Practical Approaches*. London: Cassell.

YIN, R. (1989).- *Case study research: Design and methods*. Newbury Park: Sage Publications.

SITES CONSULTADOS E
DATA DA ÚLTIMA CONSULTA

http://193.137.98.237/default.aspx?mnu=Coleccoes MNCT - Museu Nacional da Ciência e da Técnica Doutor Mário Silva	19/08/2006
http://amadora.cienciaviva.pt/home Centro de Ciência Viva da Amadora	21/08/2006
http://bkkchildrenmuseum.com/event/index50.html Childrens Discovery Museum – Bangkok	17/08/2006
http://burarra.uestacon.edu.au Burarra Gathering	15/08/2006
http://en.tomtit.se Tom Tits Experiment	15/08/2006
http://funbasedlearning.com Funbased Learning	15/08/2006
http://hk.science.museum Hong Kong Science Museum	21/08/2006
http://martin.heureka.fi/exhibitions/easylife Heureka, the Finnish Science Centre	16/08/2006
http://nautilus.fis.uc.pt/softc/Read_c/museus.htm Directório de Museus do Nautilus	16/08/2006
http://nautilus.fis.uc.pt/wwwqui/museus.html Recursos para o ensino da Química - Química nos Museus Interactivos	16/08/2006
http://qt.exploratorium.edu/csas/about.html Exploratorium: the museum of science, art and human perception	15/08/2006
http://sciencecentre.uow.edu.au Wollongong Science Centre and Planetarium	14/08/2006
http://search.blossom.com/query/213?key=chemistry California Academy of Sciences	14/08/2006
http://viladoconde.cienciaviva.pt/centro Centro Ciência Viva de Vila do Conde	18/08/2006
http://virtual.uestacon.edu.au Questacon Virtual Tour- Science and Technology Centre in Canberra	20/08/2006
http://www.aam-us.org American Association of Museums	18/08/2006
http://www.abcmc.org.br/mdcc MDCC - Museu Dinâmico de Ciências de Campinas	20/08/2006
http://www.abcmc.org.br/ ABCMC - Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência	20/08/2006
http://www.adventuresci.com Adventure Science Center	21/08/2006
http://www.aera.net/Default.aspx?id=123 American Educational Research Association	14/08/2006

http://www.amnh.org/exhibitions/exploratorium/?src=e_h American Museum of Natural History	15/08/2006
http://www.armaghplanet.com Armagh Planetarium	16/08/2006
http://www.aspacnet.org ASPAC- Asia Pacific Network of Science & Technology Centres	17/08/2006
http://www.astc.org Association of Science - Technology Centers	19/08/2006
http://www.astro.uni-bonn.de/~pbrosche/hist_sci/hs_mus.html History of Science: Museums, memorials, historical places and exhibits	16/08/2006
http://www.atomsclub.co.uk Atoms Club - the four Scottish Science Centres	15/08/2006
http://www.azscience.org Arizona Science Center	21/08/2006
http://www.cac.es Ciudad de las Artes y las Ciéncias	18/08/2006
http://www.cac.es/museo/actividades.php?cac_idioma=e Museo de las Ciencias Príncipe Felipe	16/08/2006
http://www.cac.es/palau/presentacion.php?cac_idioma=i&id=&ed= El Palau de les Arts Reina Sofia	16/08/2006
http://www.calacademy.org California Academy of Sciences	21/08/2006
http://www.casaciencias.org Museos Científicos Coruñeses	21/08/2006
http://www.casadaciencia.ufrj.br Casa da Ciência	20/08/2006
http://www.cat.org.uk Centre for Alternative Technology	16/08/2006
http://www.catalyst.org.uk Catalyst - Science Discovery Centre	21/08/2006
http://www.ccvalg.pt Centro de Ciência Viva do Algarve	21/08/2006
http://www.chemforlife.org/about/default.htm CHEMistry for Life -Chemistry in European Museums	20/08/2006
http://www.cienciaviva.org.br Espaço Ciência Viva	20/08/2006
http://www.cite-sciences.fr/ Cité des Sciences et de l'Industrie	20/08/2006

http://www.colour-experience.org/ SDC Colour Museum	19/08/2006
http://www.crehst.org Columbia River Exhibition of History, Science, and Technology	16/08/2006
http://www.cs.cmu.edu/~mwm/sci.html Hands-on Science Centers Worldwide	15/08/2006
http://www.cstm.org.cn China Science and Technology Museum	17/08/2006
http://www.curiosikid.com/ Museo de los Niños de Caracas	19/08/2006
http://www.danfossuniverse.com/ Danfoss Universe	30/08/2006
http://www.dcn.davis.ca.us/GO/EXPLORIT Explorit Science Center	21/08/2006
http://www.deutsches-museum.de Deutsches Museum	21/08/2006
http://www.discoverdiscovery.co.uk Discovery - Hands-on Science Centre	13/08/2006
http://www.discoverycentre.ns.ca Discovery Centre - Hands-On Science Centre	16/08/2006
http://www.discoveryworld.org/ Discovery World	19/08/2006
http://www.eciencia.usp.br Estação Ciência - Universidade de São Paulo	20/08/2006
http://www.ecsite.net/new ECSITE - European Network of Science Centres and Museums	17/10/2006
http://www.espacociencia.pe.gov.br/areas/quimica/ Espaço Ciência	20/08/2006
http://www.estremoz.cienciaviva.pt Centro Ciência Viva de Estremoz	18/08/2006
http://www.eureka.org.uk Eureka! The Museum for Children	16/08/2006
http://www.excite.co.uk/directory/Reference/Museums/Science EXCITE - Directório de Museus de Ciência	13/08/2006
http://www.excite.co.uk/directory/Science EXCITE - Directório de Ciência	16/08/2006
http://www.experimentarium.dk/uk/udstillinger/saebehinder/ Experimentarium - Denmark's Science Centre	30/08/2006
http://www.exploratorio.pt/ Exploratório Infante D. Henrique - Centro Ciência Viva de Coimbra	18/08/2006

http://www.exploratorium.edu Exploratorium - The Museum of Science, Art and Human Perception	21/08/2006
http://www.exploratoriumstore.com Exploratorium - The Museum of Science, Art and Human Perception	17/08/2006
http://www.exploratory.org.uk/exhibits/chemistry.htm EXPLORATORY - Interactive Science Centre	30/08/2006
http://www.explorit.org/homepage.html Explorit Science Center	21/08/2006
http://www.fabrica.ua.pt/ Fábrica de Ciência Viva - Centro de Ciência Viva de Aveiro	18/08/2006
http://www.fi.edu The Franklin Institute Science Museum	21/08/2006
http://www.fis.uc.pt/museu/museu.htm Directório de Museus da Faculdade de Física da Universidade Coimbra	14/08/2006
http://www.fundacio.lacaixa.es/centros/cosmocaixamadrid_ca.html Fundació "La Caixa"	18/08/2006
http://www.glasgowsciencecentre.org/ Glasgow Science Centre	15/08/2006
http://www.greatscience.com/visit/exhibits.php?id=5 Great Lakes Science Center	29/08/2006
http://www.heureka.fi Heureka, The Finnish Science Centre	21/08/2006
http://www.highprairiecomplex.com/gateway/default.asp?ID=356 Gateway to Science	29/08/2006
http://www.hmns.mus.tx.us Houston Museum of Natural Science	14/08/2006
http://www.hscbemidji.org/exhibits2.htm Headwaters Science Center	29/08/2006
http://www.impression5.org/conneccchem.htm Impression 5 Science Center	29/08/2006
http://www.jsf.or.jp/eng Science Museum	19/08/2006
http://www.kahaku.go.jp/english National Science Museum, Tokyo	15/08/2006
http://www.kokoro-dreams.co.jp Kokoro Company LTD	17/08/2006
http://www.lawrencehallofscience.org/lhshome.html Lawrence Hall of Science	14/08/2006
http://www.ldcm.org/donations.cfm Lied Discovery Children's Museum	20/08/2006

http://www.lhs.berkeley.edu Lawrence Hall of Science	14/08/2006
http://www.maravillosarealidad.com Museo de los Niños de Caracas	19/08/2006
http://www.mast.br/index2.htm Museu de Astronomia e Ciências Afins - MAST	16/08/2006
http://www.mc.ul.pt Museu de Ciência da Universidade de Lisboa	21/08/2006
http://www.mctlondrina.uel.br Museu de Ciência e Tecnologia de Londrina	20/08/2006
http://www.miamisci.org Miami Museum of Science & Planetarium	21/08/2006
http://www.miraikan.jst.go.jp/e/exhibition/d_laboratory.html Miraikan - National Museum of Emerging Science and Innovation	16/08/2006
http://www.mos.org Museum of Science, Boston	21/08/2006
http://www.mocho.pt/Ensino/ Portal Mocho	04/10/2006
http://www.msichicago.org/exhibit/petroleum/index.html Museum of Science and Industry	30/08/2006
http://www.museoelder.org Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología	30/08/2006
http://www.museum.vic.gov.au/whatson/index.asp Museum Victoria Australia	15/08/2006
http://www.nadec.ufsc.br/atividades.htm Núcleo de Apoio à Divulgação e Educação em Ciências	20/08/2006
http://www.ncsm.city.nagoya.jp/rel/english/exhibits/S/2400.html Nagoya City Science Museum	16/08/2006
http://www.nhm.ac.uk Natural History Museum	19/08/2006
http://www.nmns.edu.tw National Museum of Natural Science.	15/08/2006
http://www.nmsi.ac.uk Nmsi – a Family of Museums	21/08/2006
http://www.nordicscience.org Nordic Science Center Association	16/08/2006
http://www.nsf.gov National Science Foundation	19/08/2006
http://www.nyhallsci.org/biochem/photo_gallery.html Pfizer Foundation Biochemistry Discovery Lab	30/08/2006

http://www.nyscience.org/marvelousmolecules/ New York Hall of Science	30/08/2006
http://www.omsj.edu Oregon Museum of Science and Industry	21/08/2006
http://www.ontariosciencecentre.ca Ontario Science Centre	21/08/2006
http://www.otagomuseum.govt.nz Otago Museum – Dunedin – New Zealand	17/08/2006
http://www.palais-decouverte.fr/discip/chimie/actu.htm Palais de la Découverte	18/08/2006
http://www.paris-sciences.fr/ Directório de Centros de Ciência de Paris	31/07/2006
http://www.parquecientec.usp.br Parque CienTec – Parque de Ciência e Tecnologia da USP	20/08/2006
http://www.parquedaciencia.com.br/ipatinga Parque da Ciência de Ipatinga	20/08/2006
http://www.pavconhecimento.pt/ Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva	18/08/2006
http://www.plasticscenter.org/e-ed-programs.php National Plastics Center	01/09/2006
http://www.powerhousemuseum.com/archives/index.asp Powerhouse Museum	16/08/2006
http://www.psn.gov.my Pusat Sains Negara	15/08/2006
http://www.questacon.edu.au Questacon – The National Science and Technology Centre	19/08/2006
http://www.rsc.org/chemsoc/ RCS-Royal Society of Chemistry	15/08/2006
http://www.saastec.co.za South African Association of Science and Technology Centres	15/08/2006
http://www.satrosphere.net Satrosphere Science Centre	16/08/2006
http://www.sci.monash.edu.au/msc Monash Science Centre	17/08/2006
http://www.science.edu.sg Singapore Science Centre	21/08/2006
http://www.sciencemuseum.org.uk/antenna Science Museum	16/08/2006
http://www.scienceworksmuseum.org/content/view/80/131/ Science Works Hands-On Museum	01/09/2006

http://www.scienceworlds.co.uk/ Science Worlds	13/08/2006
http://www.scitech.org.au Scitech	15/08/2006
http://www.seara.ufc.br Seara da Ciência	20/08/2006
http://www.see-sciencecenter.org/ SEE Science Center	01/09/2006
http://www.smv.org/ Science Museum of Virginia	01/09/2006
http://www.strangematterexhibit.com Strange Matter	18/08/2006
http://www.tavira.cienciaviva.pt/ Centro Ciência Viva de Tavira	18/08/2006
http://www.tietomaa.fi Science Centre Tietomaa	15/08/2006
http://www.tomtit.se Tom Tits Experiment	15/08/2006
http://www.tryscience.org/ Try Science	19/08/2006
http://www.usinaciencia.ufal.br Usina Ciência	20/08/2006
http://www.uyseg.org/ UYSEG - University of York Science Education group	13/08/2006
http://www.visionarium.pt Visionarium - Centro de Ciência do Europarque	18/08/2006
http://www.xperiment.se Xperiment Huset	18/08/2006

ANEXOS

Anexo I - *E-mails* recebidos

I. (a) - Professor Michael Templeton

I. (b) - Dr Ulrich Kernbach, Deutsches Museum

I. (c) - Daniel Tan Teck Meng, Singapore Science Centre

I. (d) - Sue Halliday, Catalyst Science Discovery Centre

I. (e) - Dra. Ana Sofia Almeida, CCV Tavira

I. (f) - Leslie Patterson, Exploratorium

I. (g) - Prof. Bradley D. Miller, American Chemical Society

I. (h) - Marieke Hohnen, Science Center NEMO

I. (i) - Prof. José R. Bertomeu, Universidade de Valencia

Anexo II – Guião da entrevista

Anexo III – Transcrição das entrevistas

Anexo IV - Guiões fotográficos de alguns módulos do Exploratório

ANEXO V – Base de dados de módulos interactivos e de experiências de Química realizadas em Centros e Museus de ciência integrada no portal Mocho.



Anexo I. (a) – Professor Michael Templeton

Questão colocada:

(...)

I'd like to know if you could help me by giving some information's:

- Could you give me your personal contribute/comment on this subject so that I can quote you on my study?
- Other resources that you find appropriated for this study that I can buy or consult.

(...)

Resposta:

(...)

"I hope you have corresponded with science museum staff in the key institutions - The Deutches Museum, that started it all, the Museum of Science, Boston, the Museum of Science & Industry, Chicago, and the Exploratorium. I have not closely followed exhibition projects since I did that study now long ago!

At the time, the general conclusions were that chemistry was thought of as wet chemistry, and making that work in an exhibit was hard to do, costly, and involved potentially dangerous materials. Those chemistry exhibits that were successful were really physics-in-disguise, because exhibit developers knew how to make interactive physics exhibits.

Since then, chemistry has changed as much as museums have. There is a lot more instrumentation, more simulation, and a lot of chemistry's influence is in the biological sciences. For example, the role of water molecules is key in many reactions as well as an interesting subject in its own right. And molecular simulation is now good enough that a museum visitor can play with real models of molecules interacting with each other.

So I would think that the opportunities for chemistry exhibits would be substantial ... whether museums have taken them up or not."

(...)

12/10/2006

Anexo I. (b) – Dr. Ulrich Kernbach, Deutsches Museum

Questão colocada:

(...)

In Portugal, and according to my research, science centres managers say that the main reasons for the few number of interactive chemistry exhibits are related to:

- The irreversibility of the chemistry reactions, which leads to higher costs.
- The security/safe implications.
- More staff is necessary.
- Waste management issues.

1 - I've already looked the "ChEM" site and found lots of information, but I'd like to know what you think about the above topics.

2 - Were they also considered when you started the "Chemistry for life" project?

3- How does the Deutsches Museum handle these problems?

4 - Do you think the situation has changed since your project started?

5 - Do you think you have reached the goals you have proposed to the project?

(...)

Resposta:

(...)

"1 – Yes, these are the best and most important reasons why it is difficult to "exhibit" chemistry. Another important problem, of course, is that "the chemical reaction" is an invisible process. You can only see the results, like materials, colours etc. but the process is a virtual thing, a theoretical structure...

2 – Of course, these were the driving problems and you can imagine that the chemists, museum experts and people from the Chemical Industry discussed these questions and problems and were thinking in depth how to overcome them.

3 –We still have our "famous" push-button experiments. They are now about 30 years old, still in function and a nice example how the museum tried to solve these problems in the early seventies of the last century...

A new exhibition is now in the planning phase but I am not aware about the details. But, in fact, it will include a lab where visitors can experiment on their own as this is the most important thing to do ... real hands-on!

4 –Yes, of course, ChEM delivers some good examples for the implementation of chemistry topics in a science centre and science museum exhibition.

5 – Having reached all the goals? No! If we look at the project as a whole, we had (too) high-flying expectation (nicely described in the "Washington" article), which we could not fulfil. But, on the other hand e can say that this was very successful project:

a) Even though, not all of the about 30 products are of the highest quality, we could produce some very, very good products like the Global Messages Films, the Hydrogen Rocket, the Crime Lab, and a hand full more

b) Science centres/museums could develop exhibits they wouldn't and couldn't have developed without the financial contribution of the ChEM project.

c) It was the first project between science centres/museums and the Chemical Industry and had a kind of flagship character for future collaborative projects within the ECSITE community like the BIONET project... there was an immense "learning effect" for all partners involved.

d) Industry found trustworthy partners in the science centres/museums. We still have some good contacts to CEFIC, for example.

e) We still have the nice website of the project which definitely has to be updated, but which informs about some possibilities how to exhibit chemistry in science centres and museums."

(...)

12/10/2006

Anexo I. (c) – Daniel Tan Teck Meng, Singapore Science Centre

Questão colocada:

(...)

In Portugal, and according to my research, science centres managers say that the main reasons for the few number of interactive chemistry exhibits are related to:

- Higher costs of conception and maintenance.
- The security/safe implications.
- More staff is necessary to operate them.
- Waste management issues.

I'd like to know if you could help me on my study by telling me how your science centre handles these problems. Do you agree with these topics? Were they obstacles for you science centre?

(...)

Resposta:

(...)

"I would say that we focused away from lab chemistry/wet chemistry - thus minimising all the above issues. We just needed more innovation in thinking out new ways to showcase some of the exhibits - eg. thru computer simulation, mechanical models etc (cost is relative). Chemistry is such a wide topic that there is really a lot we can look into without having to focus only on chemical reactions - in fact we can also look into the physical and molecular aspect of chemical reactions with models and simulations.

Lab Chem/Wet Chem is presented as a demonstration (at certain times) in the exhibition area."

(...)

23/10/2006

Anexo I. (d) –Sue Halliday, Catalyst Science Discovery Centre

Questão colocada:

(...)

After visiting your site, I was surprised to see that your science centre is solely devoted to chemistry. I'd like to know if you could give a small description of the 30 chemistry hands-on interactive exhibits in the Scientrific gallery.

(...)

Resposta:

(...)

"Please find attached a list of our current exhibits from our hands -on "scientrific" gallery. The list gives a description of what to do and usually how it works.

Splitting molecules

Turning the handle produces electricity which splits the water into oxygen and hydrogen. These form bubbles at the top of the column. A spark ignites the gases which explode and form water again.

This process is an example of electrolysis. In the Chemical Industry the most important use of it is to make chlorine and caustic soda.

Computer control

This equipment is part of a control room of a modern chemical plant. Use the keyboard to try a simulation of computer control. You will make tea not chemicals!

Keeping it clean

This is a working demonstration of a gas scrubbing tower. In Chemical plants scrubbing towers are used to prevent unpleasant or harmful gases being released into the atmosphere.

On the move

This computer programme is called Autoroute. It is often used to plan routes for chemical tankers.

To find out the best route from place A to place B you have to do two things:

I - say where you want to start

II - say where you will finish

Auto route will show you how far the journey is and how long it will take. There will be two choices, the quickest way and the shortest way.

What's what

Go into the living room and look at and touch all the materials you can see.

Are the materials synthetic or natural?

To check your answers look at and touch the samples below. Synthetic and natural materials are often so similar it is difficult to tell them apart.

We often use synthetic materials because they are more suitable through being hard wearing or easier to clean.

Smell it

Trying out a range of fragrances used in making soap

Silicon Power

Solar power is used to generate electricity to power a water pump

Catalytic converter

Demo of car exhaust with and without catalytic converter

Growing crystals

The crystals will melt and then start reforming when you let the button go. Different crystals have different shapes. You can see this by comparing the various samples. Crystallisation is an important process in the chemical industry.

Magnets

Hold the metal samples against the magnets.

Which metals are attracted to the magnets? Which magnets attract the strongest? Some metals are not affected by a magnetic field. The strongest magnets are made using rare earth metals. They are used in making a range of small and portable equipment such as personal stereos, where the aim is not to make large and very strong magnets, but to make small magnets that are quite strong.

Colour Matching

Press the button marked 01 to switch the cabinet on. Try matching different samples under different sources of light:

Press UV for ultra-violet light

D65 for artificial daylight

A for tungsten light

TL84 for fluorescent light used by major high street stores

Some samples may appear different colours under different light sources. Dyes and pigments can be developed so that the colour can match under all types of lighting.

Orange or squash

Try to fit the jigsaw pieces together to make an orange and a bottle of orange squash. The pieces of the jigsaw tell you what an orange and orange squash are made from.

Pumps and valves

Try to move the liquid from the storage tank to the reactor vessel. To do this you must find the right combination of valves to open and close. Open and close the valves using the yellow buttons. In a chemical plant the movement of liquids through pipes is controlled by valves. This exhibit is built from equipment used in many real chemical plants.

Fluidised bed

When air blows through the salt, the grains begin to flow like a liquid. In industry fluidised beds are used to allow gases and solids to mix in order that they can react together. They are especially important in the petrochemical industry. Turn the red handle, watch and feel what happens to the bath of salt. You will find four objects in the salt. Watch what happens to them as you turn the red handle.

Colourful crystals

Lean against, or press your hands on the black sheets for at least 25 seconds. The sheets are made from liquid crystals. The heat of your body causes the chemicals in the sheets to change colour. Try to find out the surface temperature of your hand using the giant thermometer. Liquid crystals are widely used for thermometers for fishtanks, freezers and for taking the temperature of babies.

Plastic properties

Try to fit the right jigsaw piece on top of each picture. Each jigsaw piece is made of a different kind of plastic, and all have different properties. The pictures show how the plastic that each jigsaw piece is made from is used. The differing properties of the plastics mean that they are suited to different uses.

Light from gases

Look through the eyepiece and use the handles to rotate it. You can see how the light given out by different gases is made up of different colours. Different types of lighting depend on the use of different gases.

The gases in the tubes are Argon, Helium and Neon. Some of the tubes are coated with a fluorescent powder. Each gas emits light in a particular pattern This pattern can be changed by a coating on the inside of the tubes which means that other colours can be produced. Light from the sun is made up of a continuous pattern (the colours of the rainbow).

Sunshield

Turn the knob and look at the meter at the front.

Inside the exhibit there is a lamp which gives out ultra-violet light. The meter tells you how much ultra-violet light is passing through the samples.

Suntan lotion reduces the amount of ultra violet light from the sun reaching your skin to that you tan rather than burn.

The samples are:

- 1 - Nothing
- 2 - Suntan lotion factor 2
- 3 - Suntan lotion factor 4
- 4 - Suntan lotion factor 8
- 5 - Suntan lotion factor 15
- 6 - Sunbed oil
- 7 - Glass
- 8 - UV Transmitting Glass

Human battery

Grip two of the metal rods, one on either side of the exhibit. See what voltage you make by looking at the meter at the top.

Try different pairs of metals. Which pair makes the largest voltage?

When you hold the two different metals, electricity can flow from one metal to another by passing through your body. You have completed a circuit. You have made a battery with yourself as the ELECTROLYTE (the liquid between the two metals). Normal batteries work in the same way. They have a liquid inside them so that electricity can flow between the two metal ends of the battery.

Blue jeans

The pieces of the jigsaw tell you how the cloth is treated before it is made into a pair of jeans. Try to fit the jigsaw pieces together to make a pair of jeans.

Colour Fun

Put a sheet of paper between the clear plastic flap and the white plastic flap. Draw rings on the paper using the holes on the white flap to guide you.

Hold the white flap, paper and clear flap tightly together. Flip the whole lot over so that the wicks touch the paper through the holes in the white flap. Press for 60 seconds. You should see that some of the colours separate out into different colours. This is because different dyes have been mixed to produce the final colour. In the exhibit, you are using a process called chromatography which is used by chemists to investigate chemicals.

More colourful crystals

Press on each square of the giant thermometer for 25 seconds. Which square turns green? This shows you the surface temperature of your hand.

Slippery surfaces

Tip up the slide. Which puck reaches the bottom first?

Try pushing the pucks along the slopes.

You are testing the slipperiness of these materials.

The puck that moves the fastest is on a surface covered with PTFE. This is a type of plastic which is very slippery. It is used to coat non-stick frying pans and to produce

low friction bearings. The puck that moves slowest is on non-slip PVC safety flooring, used to help stop people slipping and help prevent accidents.

Magical mixes

Pick up each container. Shake it. Watch what happens!

There are two liquids in each container. These liquids do not usually mix. Two of the containers contain a substance which helps the liquids to mix when the containers are shaken. This substance is called an emulsifier. Can you tell which containers have emulsifiers in them?

Emulsifiers have many uses, especially in foodstuffs to stop different ingredients separating out.

Firm or fluid

This exhibit demonstrates the properties of a fluid that becomes a solid when you apply electricity.

Left Hand Side

Switch the electricity off. Slide the knob to the left. Pull the handle up. Look at the prongs. Push the handle down and switch the electricity on, then pull it up again. What can you see?

Right Hand Side

Switch the electricity off. Slide the knob to the right. Pull the plunger up then push it down. How does it feel? Switch the electricity on then do the same thing. How does it feel now? Feel it? Feel in the box! Then guess what it is then pull the handle to find out."

(...)

6/10/2006

ANEXO I. (e) – Dra. Ana Sofia Almeida, Centro Ciência de Tavira

Questão colocada:

(...)

- 1- Em que consiste o módulo da pilha de combustível a hidrogénio?
- 2- O nome de cada uma das experiências de química que são feitas nos Vossos laboratórios e se possível uma breve descrição das mesmas (para saber que tipo de reacções se dão e os reagentes utilizados).
- 3 - Se possuírem outros módulos interactivos de Química na vossa exposição permanente, seria possível fazer uma breve descrição do(s) mesmo(s)?

(...)

Resposta:

(...)

"1 - O módulo da pilha de hidrogénio ainda não se encontra neste Centro em virtude de algumas dificuldades que têm vindo a acontecer entre os seus fabricantes e os respectivos consultores técnicos. Deste modo não posso explicar-lhe com exactidão aquilo que me pede.

2 - As experiências Químicas implementadas neste momento dizem respeito à preparação de misturas, sólidas e líquidas, bem como às técnicas de separação utilizadas. Os materiais são diversos tais como sal, água, pó de talco, aparas de ferro, vinagre, azeite, bicarbonato de sódio.

Existem também outras experiências como o flutuador cartesiano, o vortex, a garrafa chuveirinho e ainda uma sobre tensão superficial da água.

Há várias experiências em fase de implementação e ainda algumas na área da biotecnologia de que desconheço pormenores em virtude do responsável se encontrar de férias.

3 - Possuímos também um módulo interactivo para análise de águas em que fazemos cloretos, cloro residual, ferro, cianeto, fosfatos, chumbo, dureza total, pH, temperatura, oxidabilidade, nitratos, nitritos, condutividade e BOD5. A maioria dos testes são efectuados recorrendo a kits e outros a sondas (eléctrodos para medição de pH e condutividade)."

(...)

21/9/2006

Anexo I. (f) – Leslie Patterson, Exploratorium

Questão colocada:

(...)

What I'd like to know is how many chemistry interactive exhibits and physics interactive exhibits are there in your permanent exhibition?

(...)

Resposta:

(...)

"I've put your question to some of our staff. I don't know that anyone has ever analyzed our exhibits that way. I'll let you know what we find out. "

(...)

24/10/2006

Anexo I. (g) – Prof. Bradley D. Miller, American Chemical Society

Questão colocada:

(...)

I'd like to know if you could help me on my study by giving some information's:

- Bibliography that you have or that you recommend about this subject;
- Legislation about this subject;
- Other resources that you find appropriated for this study that I can buy or consult.

(...)

Resposta:

(...)

"I'd suggest exploring resources related to science museums. To that end, here are some resources that I hope will be helpful to you with your project:

- <http://www.astc.org/>

- <http://www.tryscience.org/>"

(...)

9/10/2006

Anexo I. (h) - Marieke Hohnen, Science Center NEMO

Questão colocada:

(...)

- Small description of the chemistry experiences organized in your laboratory.
- Are there other chemistry interactive exhibits in the museum? If so, could you describe them?
- Do you have a Museum Manual with this kind of information? If yes, how can I buy it?

(...)

Resposta:

(...)

"We have a couple of things about chemistry in NEMO. The most important is the WonderLab. This is a functional chemistry lab where children can do experiments with household ingredients. Experiments include making cheese, testing suntan lotion, the color of red cabbage, taking the DNA out of a kiwi, making glue (with flour), making gas (with yeast, flour and vinegar) and identifying a mystery substance. The WonderLab is aimed at children aged 7 years and older. The staff in the Wonderlab has a chemistry (or biology) background and helps the children with the experiments.

We also have an exhibition about hydrogen. This includes some chemistry, as we explain how water can be separated into hydrogen and oxygen, and how hydrogen can burn by reacting with oxygen.

We also have monthly lectures for children. Some of these have a chemical theme, such as the taste of molecules or why things stink. These lectures are aimed at children aged 8 years and older.

Unfortunately, we don't have a museum manual that describes all these exhibitions."

(...)

5/9/2006

Anexo I. (i) – Prof. José R. Bertomeu, Universidade de Valência

Questão colocada:

(...)

- Bibliography that you have or that you recommend about this subject;
- Legislation about this subject;
- Other resources that you find appropriated for this study that I can buy or consult.

(...)

Resposta:

(...)

"We are now working in a project on material culture of science and we are indeed very interested in the chemical instruments. A very important meeting is going to be held very soon in Portugal. I strongly recommend you to get in touch with the organisers (Dr. Ana Carneiro, for instance, who is a very well-know historian of chemistry). For additional information, see <http://19chem2007.mc.ul.pt/>"

(...)

3/10/2006

GUIÃO DE ENTREVISTA

Esta entrevista tem como objectivo investigar as razões do reduzido número de módulos de Química nos espaços públicos de Ciência. Para isso serão entrevistados profissionais/colaboradores destes espaços.

1. Identificação do Entrevistado

- 1.1. Instituição
- 1.2. Nome
- 1.3. Sexo
- 1.4. Função
- 1.5. Tempo de trabalho no Centro
- 1.6. Anos de serviço (quando aplicável)

2. Caracterização da Instituição

- 2.1. Quantos módulos interactivos de Química existem no vosso Centro (estimativa)?
- 2.2. O número dos módulos de Química tem-se mantido igual desde a abertura do Centro?
- 2.3. Quais os temas/áreas da Química abordadas?

3. Relação Módulos de Química/Segurança

- 3.1. Que cuidados especiais de segurança costumam ter com os módulos interactivos de Química?
 - 3.1.1. Em relação aos visitantes?
 - 3.1.2. Em relação aos guias/monitores?
 - 3.1.3. Em relação aos técnicos?
- 3.2. Com que frequência fazem a reposição dos reagentes usados nos módulos?
- 3.3. O que fazem com os resíduos dos produtos químicos utilizados nos módulos interactivos de Química?

4. Relação Módulos de Química/Custo

- 4.1. Em termos de custos, estes módulos implicam maiores gastos que os módulos das outras áreas?

- 4.2. Têm monitores para acompanhar os visitantes durante a interacção com os módulos de Química?

> *Se sim*

- 4.2.1. Quantos?
4.2.2. Qual a função do monitor?

> *Se não*

- 4.2.3. Por que não?

5. Relação Módulos de Química/Outros módulos

- 5.1. Por que razão os módulos de Química estão em menor número, neste Centro, em comparação com os módulos das outras áreas da Ciência?
5.2. Tem alguma proposta/sugestão para alterar esta situação?
5.3. Dinamizam outras actividades laboratoriais ou experimentais de Química para colmatar o reduzido número de módulos interactivos?

Obrigada pela colaboração prestada.

ANEXO III – TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS

Anexo III. (X) - Transcrição da entrevista ao Colaborador X

E – Entrevistadora

C – Colaborador do Centro de Ciência

n.a. – Não aplicável

1. Identificação do Entrevistado

1.1. Visionarium – Centro de Ciência do Europarque

1.2. Colaborador X

1.3. Masculino

1.4. Membro do Colégio de Monitores

1.5. 1 ano

1.6. 25 anos - Prof. Destacado no colégio de monitores do Visionarium

E – Prof. X, começava por lhe perguntar qual a sua função aqui no Visionarium?

C – Sou professor destacado cá, cuja a ideia era, sei lá, dar um cunho pedagógico e científico às actividades que se desenvolvem cá, e sobretudo tentar implementar actividades de extensão, que dinamizem, que tornem um bocadinho mais vivo este Centro de Ciência. Que as actividades deixem de ser exploradas apenas com os módulos interactivos em que se carrega no botão e tem que se ler o painel para se perceber o funcionamento da coisa e tentar reflectir um bocadinho sobre assunto que é sempre complicado, mas sobretudo tentar criar novas actividades que sejam mais ricas com princípio meio e fim, onde se possa manipular verdadeiramente num espaço como um laboratório. É uma ideia que nós temos cá.

E – Pois, por aquilo que eu vi existem poucos módulos interactivos de Química no Visionarium?

C – Daquilo que eu entendo da química, a química pura, para mim existem quatro módulos interactivos de Química.

E – Quatro?

C – Quatro, para mim são quatro módulos interactivos. E pronto.

E – Quais são os temas desses módulos?

C – São sobretudo corrente eléctrica e pilhas, depois noção de pH e reacções ácido base mas sobretudo incidido só sobre pH e o outro agora não me lembro (risos)...

E – Oxidação – redução?

C – Ah...já sei decomposição da água. Para mim o de oxidação - redução não é um módulo interactivo mas sim expositivo. Existem mais cinco módulos que são expositivos não são interactivos. Mas interactivos mesmo de manipulação de ver o que está a acontecer, para mim são quatro. E o outro tem a ver com a decomposição da água, para ver os constituintes da água.

E – Da electrólise?

C – Sim, sim, sim da electrólise.

E – Muito pouco num universo de 160 módulos...

C – Não é nada, nada, nada.

E – O número de módulos interactivos de Química permanece igual desde a abertura do Centro?

C – Eu não estou cá desde o início, mas penso que sim.

- E – Há aqui aspectos mais relacionados com a parte técnica destes módulos que também gostava de saber a sua opinião, que se prendem com cuidados especiais que esses módulos têm. Na sua opinião, o Visionarium tem algum tipo de cuidado especial em relação a esses módulos? Os visitantes têm que ter algum tipo de acompanhamento específico para esses módulos ou não?**
- C – Não. Nenhum destes módulos implica o acompanhamento específico. Só se quiser explorar, com visitas guiadas, daquelas visitas acompanhadas. São módulos que qualquer pessoa pode explorar e não precisa de acompanhamento específico.
- E – São módulos que em termos de necessidades têm outras exigências que os restantes módulos? Enquanto que os módulos de Física duram muito mais tempo estes não?**
- C – Estes têm que mudar os reagentes, etc..., têm que ter um apoio mais ou menos permanente para que as coisas funcionem e tenham algum rigor.
- E – Estes implicam mais custos?**
- C – Mais custos e é muito mais difícil desenvolver módulos interactivos na área da Química do que seguramente na área da Física. O nosso Centro é maioritariamente constituído por módulos de Física, que são muitos. Agora de Química penso que é muito complicado mesmo.
- E – Pegando no que está a dizer, porquê que é mais difícil? Na sua opinião quais são os motivos da existência de tão poucos módulos interactivos de Química?**
- C – Eu penso que o principal problema tem haver mesmo com a necessidade de apoio permanente. Constantemente a mudar reagentes a manter as coisas a funcionar. Penso que sim. E depois também, acho que, é uma ideia que eu tenho, que deve ser mais dispendioso e muito mais complicado construir um módulo de Química do que de Física. Temos que nos reduzir ao tipo de módulos que cá temos, mais básicos e para áreas muito específicas da Química.
- E – Que áreas?**
- C – São estas que nós vimos: reacções químicas, electroquímica, tudo muito por aí. Há outras actividades de química que se podiam fazer que são engraçadas, mas isso implica uma renovação constante de reagentes, e aquilo que lhe dizia, um apoio, uma visita muito mais personalizado. A manipulação através do botão é complicada.
- E – Para além da complexidade dos fenómenos, isto é, transpô-los para a museologia, julga que a dificuldade em controlar os processos químicos é também um obstáculo?**
- C – É um obstáculo, se não o principal obstáculo, controlar os fenómenos mecanicamente. Enquanto na Física é muito mais fácil controlar, na Química é extremamente complicado.
- E – Passar essa manipulação para as mãos do visitante é, por um lado pode ser perigoso, por outro lado pode ser mesmo inócuo?**
- C – Pode ser mesmo inócuo. É. Estou convencido disso. Explorar mais a Química só de uma forma mais dirigida. Tem graça a manipulação verdadeira. Enquanto que na Física se percebe facilmente manipulando o módulo, na Química não. As coisas não são controladas mecanicamente, remotamente. Tem graça as pessoas experimentarem verem, terem o apoio constante na explicação do fenómeno. Enquanto que na física é mais fácil.
- E – O que é que o Visionarium faz nesse sentido?**
- C – Por enquanto faz muito pouco. (risos) A ideia é que venha a fazer alguma coisa. Criar mesmo umas sessões experimentais, onde possam ser desenvolvidos determinados temas de forma muito mais prática muito mais acompanhada, mais exaustiva e mais profícua.

E – E o Visionarium tem meios para isso?

C – O Visionarium neste momento não tem meios para isso. Para se poder fazer qualquer coisa neste âmbito é necessário criar um mínimo de infra-estruturas, um mini laboratório onde seja possível manipular.

E – E é isso que o Visionarium está a fazer?

C – Exacto, é isso que o Visionarium está a tentar fazer. E esperemos que faça.

E – E nesse laboratório, nesse projecto, que tipo de actividades é que podem fazer-se, serão só de Química?

C – Não, será um espaço versátil, que será construído melhor apetrechado para as áreas da Biologia, e da Biologia não só celular, mas também molecular. Entramos na Bioquímica, e porque de facto a Biologia é a base de tudo, e a base de funcionamento dos organismos é a Química, facilmente fazemos a extensão para a Química. A nossa ideia num primeiro passo é a área da Bioquímica e Biotecnologia e depois criar actividades de química pura. Mas a ideia é haver a interligação das duas componentes.

E – Mas aí é com uma formato tipo aula, com acompanhamento, muito laboratorial?

C – Toda a actividade com acompanhamento.

E – Muito experimental?

C – Toda ela experimental.

E – Isso requer um investimento grande?

C – Muito elevado.

E – Nem todos os Centros de ciência têm essa capacidade.

C – É preciso apostar em novas maneiras de actuar a nível da divulgação da Ciência. Não sei se será muito mais caro do que comprar uma exposição ou comprar um conjunto de módulos E se calhar é muito mais eficaz em termos de futuro. Que é um espaço que exista, que é versátil e que permita renovação permanente das actividades. Enquanto que uma exposição com módulos interactivos são aqueles que ficam para toda a vida. Este é um espaço que permite renovar constantemente as actividades e portanto haver sempre uma oferta muito diversificada. E se as coisas correrem bem, permitir que os mesmos visitantes venham várias vezes durante o ano.

E – Então na sua opinião esta ausência de módulos interactivos acaba por ser um bocado incontornável e deve é ser complementada com actividades

C – Não tenho a menor dúvida! Não só na área da Química como também noutras áreas na área da Biologia.

E – E em termos de divulgação da Química propriamente dita, ainda acha pertinente a divulgação da Química como ela é, ou na sua vertente da, da Biotecnologia...

C – Se calhar faz sentido divulgação da como ela é, mas se calhar torna-se muito mais aliciante para as pessoas integrar esses conhecimentos dentro das coisas que as tocam, o quotidiano e nada melhor do que as coisas ligada à vida. A Química existe sobretudo para servir o homem. Aliás nós somos química, uma máquina química, tudo o que tem vida funciona através das reacções químicas. Eu vejo isto de uma forma mais integrada.

Mas se calhar faz sentido ir para a Química pura a nível de bases. Mas tudo pode ser conciliado. Eu vejo as coisas de uma forma mais articulada.

E – Muito bem. Muito obrigada pela colaboração.

Anexo III. (Y) - Transcrição da entrevista ao Colaborador Y

E – Entrevistadora

C – Colaborador do Centro de Ciência

n.a. – Não aplicável

- 1. Identificação do Entrevistado**
- 1.1. Visionarium – Centro de Ciência do Europarque
- 1.2. Colaborador Y
- 1.3. Masculino
- 1.4. Responsável pelo Departamento Técnico
- 1.5. 8 Anos
- 1.6. n.a.

E – Sr. Y, queria começar por lhe perguntar qual a sua função aqui no Visionarium?

C – Eu sou o responsável pela manutenção do Visionarium. É essa a minha função.

E – Em termos de módulos interactivos de Química, que é o tema desta entrevista, quantos módulos interactivos de Química existem no Visionarium?

C – Para lhe dar um número exacto, dez módulos interactivos relacionados com a Química.

E – Num total de...

C – De cento e sessenta módulos.

E – E esse número tem-se mantido igual desde a abertura do Centro?

C – Sim, os módulos são os mesmos.

E – Quais são as áreas da Química abordadas nesses módulos?

C – Eles estão enquadrados fundamentalmente na área da Química-física ou da Física-química, tendo também módulos relacionados com a Química analítica e também com a Química inorgânica.

E – E quais são os módulos, assim de uma forma geral?

C – Temos módulos que tratam os estados da matéria, temos um módulo para ver o pH, acidez, base, neutro, electrólise da água, uma pilha química, um relógio que funciona com limões, alimentado por limões e a tabela periódica, obviamente, uma grande tabela periódica

E – Em relação a esses módulos em concreto, têm alguns cuidados especiais na segurança, por exemplo em relação aos visitantes, são módulos que estão de alguma forma protegidos ou têm uma abordagem diferente da dos restantes módulos?

C – Todos os 160 módulos estão protegidos em relação aos visitantes. Estes têm a mesma segurança que têm todos os outros.

E – E por exemplo os guias, os monitores que trabalham no Centro de Ciência têm algum cuidado especial em relação a estes módulos ou é exactamente igual?

C – É exactamente igual a todos os outros.

E – E em termos técnicos?

C – Em termos técnicos, obviamente que todos eles nos requerem atenção, estes em particular, apenas nos obrigam a uma atenção mais redobrada em relação ao estado deles, da forma como os visitantes os observam. Em relação à segurança, não nos requerem muito mais que todos os outros.

- E – E por exemplo com que frequência é que fazem a reposição dos reagentes, se é que utilizam reagentes, nesses módulos?**
- C – Os reagentes que usamos são reagentes normais, produtos de limpeza, vinagre água. Apenas nos obrigam, como referi na questão anterior, a uma atenção mais redobrada. E são, de facto, dos módulos que nos exigem uma intervenção mais regular. Alguns deles de três em três dias, outros semanalmente.
- E – Quando a média é..**
- C – Quando a média é de quinze em quinze dias as intervenções de maior urgência, exactamente...
- E – E acha que os outros módulos têm essa vantagem, não precisarem de uma intervenção tão periódica como os módulos de Química?**
- C – É verdade, é verdade. De um modo geral todos os módulos que usam líquidos, água, no seu funcionamento obrigam a uma atenção redobrada da nossa parte. Estes em particular ainda mais porque têm outros reagentes. Dou o caso concreto, por exemplo, do módulo do pH, em que temos que mudar regularmente os reagentes.
- E – O que fazem com os resíduos, com os produtos químicos provenientes das reacções?**
- C – Como são reagentes de uso corrente, não temos produtos tóxicos, não temos produtos que requerem cuidados especiais no seu manuseamento, damos o tratamento que damos, por exemplo, em nossa casa a um produto de higiene.
- E – Do ponto de vista do custo desses módulos, e na sequência daquilo que estava a dizer, são módulos que implicam mais gastos que os módulos de outras áreas?**
- C – Os nossos módulos não sendo muitos em relação à área da Química, nem exigindo grandes equipamentos, apenas se tornam mais dispendiosos na medida em que estamos mais vezes à volta deles.
- E – Não tanto em termos materiais..**
- C – Não tanto em termos materiais, mas mais em termos de mão-de-obra, digamos assim.
- E – Como já disse que não há um acompanhamento específico para esses módulos, pergunto-lhe se acha necessário, se acha importante, tendo em conta o tipo de módulos que são, um tipo de acompanhamento diferente em relação a estes módulos, isto é, se os monitores que têm neste Centro, se precisam de explicar melhor esses módulos de Química, se têm alguma formação mais específica sobre esses módulos de Química ou não.**
- C – Os monitores do Visionarium têm formação para todos os expositores do Visionarium, e estes inclusive. A formação que têm para estes, serve-lhes com certeza no dia-a-dia para dar as explicações necessárias.
- Repito, temos os nossos dez expositores, relacionados com a Química, para estes concretamente os nossos monitores estão preparados, isto porque não requerem mais conhecimentos, mais atenção e mais preparação. Isto porque, refira-se, o utilizador não manuseia os reagentes, não manuseia a experiência em si, apenas vê, após carregar no botão, vê desencadear todo o processo químico inerente ao expositor.
- E – Na sua opinião porque razão é que existem tão poucos módulos de Química quando comparamos com os restantes módulos?**
- C – Se calhar já fomos falando de algumas ao longo da entrevista, mas a mais evidente prende-se logo com a questão da segurança, é de facto, há algumas experiências químicas que requerem bastantes medidas de segurança, atendendo até ao público-alvo que nós temos, ao grande público-alvo que nós temos aqui no Visionarium que são crianças e jovens. Depois temos também os custos, porque

são de facto experiência caras e, eventualmente, também o espaço, um espaço dedicado exclusivamente para se fazer, essas experiências. O Visionarium, neste momento não tem, mas vem algo a caminho.

E – E em termos do valor científico e do interesse deste tipo de módulos. Acha que seria importante apostar em mais módulos interactivos de Química?

C – Claro, como noutras áreas, mas na área concreta de Química acho que sim, porque é de facto uma área carente no Visionarium. Mas não é fácil.

E – E porque é que não é fácil?

Porque, aí está, requer monitores, guias, especializados eventualmente até só destinados a essa área, criar um espaço bem definido, bem equipado, que permita que o visitante usufrua de toda a experiência que lhe é apresentada.

E – Mais aí, já é numa lógica, se calhar, diferente da lógica dos módulos interactivos, é mais numa perspectiva de actividades específicas sobre Química, actividades complementares à visita? É isso que está...

C – Também, também, até que para ser um módulo interactivo ou verdadeiramente interactivo, o utilizador iria manusear os reagentes e realizar todo o tipo de experiências que se pudessem fazer no âmbito da Química, e teríamos que ter um monitor sempre presente num espaço, também ele dedicado. O que não se enquadra no tipo de visita que temos aqui no Visionarium.

E – Na sua opinião técnica que tipo de sugestões o que faria para alterar esta situação?

C – Não é fácil. Agora falo de uma forma geral, qualquer expositor que se venham a criar é sempre necessário ter pessoas que depois possam estar perto de quem os vai manusear.

Em termos técnicos, e naquilo que me diz respeito, em relação à manutenção e eventualmente à implementação desses expositores, eu não vejo inconveniente, a não ser a limitação de espaço que o Visionarium neste momento tem. Teríamos que retirar alguns dos que já dispomos, em relação a outras áreas, para colocar novos módulos interactivos de Química. A não ser que se crie um espaço, que o vamos fazer, um espaço dedicado só única e exclusivamente a esta área, o laboratório de Química.

E – E está nos planos do Visionarium esse projecto?

C – Está, está nos planos do Visionarium, obviamente que haverá outras pessoas mais indicadas para falar sobre ele, que não eu. Mas o Visionarium tem um projecto bastante interessante e pioneiro a esse nível.

E – Pois, porque já dinamizam um outro tipo de actividades nessa lógica, de actividades experimentais sobre Química?

C – Exactamente o Visionarium já dispõe de *workshops* e programas educativos com um acompanhamento específico, fora das salas de exposição permanente onde estão enquadrados os módulos de Química.

E – Muito obrigada pela colaboração.

Anexo III. (Z) – Transcrição da entrevista ao Colaborador Z

E – Entrevistadora

C – Colaborador do Centro de Ciência

n.a. – Não aplicável

1. Identificação do Entrevistado

1.1. Visionarium – Centro de Ciência do Europarque

1.2. Colaborador Z

1.3. Masculino

1.4. Responsável pelo departamento de conteúdos

1.5. 8 Anos

1.6. n.a.

E – Eng. Z, queria-lhe pedir para me dizer qual é a sua função aqui no Visionarium?

C – Sou o director do departamento de conteúdos científicos do Visionarium, coordeno as actividades que são realizadas a nível do serviço educativo e que são as actividades apresentadas às escolas.

E – Em relação aos módulos que têm em exposição, queria-lhe perguntar quantos módulos interactivos de Química existem aqui no Visionarium?

C – Quatro ou cinco módulos.

E – Quais são os temas desses módulos?

C – Os temas abordados são: pH, reacções ácido-base, oxidação-redução e temos a tabela periódica.

E – Sei também que têm outros módulos que estão ligados à Química, mas têm também outras valências, estão também ligados a outras áreas?

C – Nós temos a sala que fala de Físico-química. A maior parte dos módulos que estão presentes nessa sala são da área de Física, porque são mais fáceis de conceber, existem alguns módulos, tais como os estados físicos da matéria, que muitas vezes são confundidos, não se sabe se são de Física ou de Química, outros como o tubo de Crooks que também há uma certa indefinição, mas a maior parte são classificados, por razões lógicas, no âmbito da Física. Apenas estes são puros da área da Química.

E – Estes módulos interactivos de Química são os mesmos desde a abertura do Centro?

C – Sim, permanecem os mesmos.

E – Concretamente então em relação a esses módulos. Esses módulos distinguem-se dos outros módulos interactivos que têm no Centro nomeadamente no que diz respeito a questões de segurança?

C – Quase todos os módulos que estão presentes no Visionarium, quer sejam de Química ou não, encontram-se protegidos para não causar qualquer dano aos visitantes. Na parte da Química, os módulos que utilizamos não são módulos que possam causar danos aos visitantes, já que as matérias que utilizamos são reagentes muito simples que normalmente em contacto com a pele, com as pessoas que manuseiam, não causam danos de maior. E mesmo assim estão protegidos, estão isolados e não há qualquer possibilidade de contacto directo entre o visitante e os reagentes que estão nesses módulos.

E – E em relação aos técnicos, aos responsáveis pela manutenção desses módulos, têm alguns cuidados especiais no tratamento desse módulos?

C – Aí já tem que haver alguns cuidados acrescidos, dado que eles aí manuseiam directamente os reagentes que são utilizados nos módulos. Existem alguns reagentes que são utilizados que tem carácter ácido ou básico e que tem que ser manuseados com alguma precaução. No caso da tabela periódica, também que temos no Visionarium, existem lá amostras de grande parte dos elementos da tabela periódica e alguns têm que ser manuseados com segurança. Existem alguns que não devem contactar directamente com a água e deve ser tomado isso em conta quando são substituídos ou quando há a necessidade de limpar o local onde eles estão armazenados. Existem outros módulos que, na questão do pH, que devem ter bem assente que não devem ser manuseados directamente com as mãos, no caso de haver contacto com os olhos devem ser lavados abundantemente com água. As questões normais de quando estamos a trabalhar com reagentes químicos desta espécie.

E – Acabam por ter cuidados especiais que os outros módulos não precisam?

C – Sim, sim, claro que existem também outros cuidados que outros módulos necessitam e que estes não, no caso de contacto com a electricidade e coisas do género. Esses módulos têm estas preocupações na forma como são manuseados e..... como é deve ser os primeiros socorros no caso de haver contacto, no caso de alguma coisa correr mal.

E – E em termos de periodicidade de intervenção da equipa técnica?

C – Existem módulos que apenas necessitam de intervenção de meio em meio ano ou uma vez por ano, que é o caso da tabela periódica. A manutenção é feita por limpeza ou por substituição de um reagente que tenha reagido ou que tenha perdido as características que nós pretendemos mostrar. No caso de quando estamos falar do pH ou de oxidação-redução, é normal terem que ser substituir uma vez por semana ou até mais do que uma vez por semana. Aí é necessário calibrar o pH das substâncias, em que se utilizam ácidos, e aí tem que se seguir as regras de utilização destes reagentes.

E – Então em termos práticos isso implica mais custos?

C – Sim, sim.

E – Não só em termos da substituição dos próprios reagentes mas também em termos de recursos humanos?

C – Sim. Isso implica um maior serviço da parte da manutenção e depois a questão dos reagentes é necessário sempre reagentes para ir actualizando as substâncias que são apresentadas.

E – O que fazem aos produtos já actualizados?

C – Normalmente..., depende.

E – Têm alguns cuidados especiais?

C – Não os reagentes que nós utilizamos não são reagentes tóxicos, são reagentes que... normalmente as soluções que são apresentadas mesmo no módulo de ácido-base, de mostrar o pH, são soluções que nem têm carácter muito ácido nem têm carácter muito básico, não vão causar danos se forem despejados normalmente pelo esgoto. Claro que se utilizássemos soluções muito ácidas ou muito básicas ou mesmo soluções tóxicas teríamos que ter cuidados especiais, o que não se verifica neste caso.

E – Pelo que disse não há um acompanhamento específico ou especializado para estes módulos interactivos de Química?

C – Não. Esses módulos interactivos não necessitam da parte do visitante manusear reagentes. São módulos interactivos que funcionam muito de carregar num botão e observar o que acontece. Não são os próprios visitantes que manuseiam os reagentes ou até mesmas as substâncias que lá são apresentadas. Nem os guias, aquilo é tudo feito automaticamente, por isso não há da parte do acompanhamento necessidades especiais no acompanhamento deste tipo de

módulos. São módulos tal e qual os outros que são apresentados na exposição no Visionarium.

E – Na sua opinião quais são os principais motivos de existir um número reduzido destes módulos interactivos de Química, aqui no Visionarium?

C – Eu acho que se prende muito.... devido à necessidade de um acompanhamento técnico muito maior. Acho que os elevados custos de estar sempre a colocar novos reagentes, a manutenção que é feita aos equipamentos. E depois também a dificuldade em criar módulos deste género. É muito mais simples criar módulos de física ou outro tipo de módulos noutra áreas, do que módulos de Química que normalmente necessitam de uma pessoa especializada a apresentá-los e que manuseie o equipamento, por isso, nos Centros de Ciências normalmente esta parte é deixada para oficinas ou ateliers que são realizadas noutros locais. E aí são acompanhadas directamente por monitores ou um professor da área que faz algumas demonstrações ou mesmo experiências noutro local.

E – E aqui no Visionarium também tentam desenvolver esse tipo de actividades para além da visita?

C – A nível de Química, no Centro, é muito reduzido e então tentamos combater esse facto com a realização de programas educativos ou oficinas experimentais ou ateliers na área da Química em que existe um ou dois monitores que perante um grupo realiza uma série de actividades ligadas à Química... Sessões experimentais, em que os próprios visitantes realizam determinadas experiências mas sempre acompanhados por monitores.

E – Mas já realizam essas sessões ou também já se está a referir ao projecto do Laboratório?

C – Actualmente a única sessão que nós temos voltada para esta parte mais ligada à Química é a *workshop* de fotografia. Além de toda a parte física, a actividade tem uma componente Química na parte da revelação da fotografia.

E – E no vosso projecto de laboratório?

C – Na base do laboratório, está um projecto que vai abarcar várias áreas da Ciência e que tem especial incidência nas áreas da Biologia e da Química. Na parte de Química vão ser realizados programas mais demonstrativos, embora sejam os próprios utilizadores a realizar pequenas experiências. E terá sessões experimentais de cerca de três horas em que são de carácter muito experimental em que aí contactarão com reagentes químicos que podem ser perigosos e uma das preocupações que vamos ter é alertar para as questões de segurança dentro de um laboratório.

E – Muito bem, obrigada pela sua colaboração.

Anexo III. (W) – Transcrição da entrevista ao Colaborador W

E – Entrevistadora

C – Colaborador do Centro de Ciência

n.a. – Não aplicável

- 1. Identificação do Entrevistado**
- 1.1. Exploratório
- 1.2. Colaborador W
- 1.3. Feminino
- 1.4. Responsável pela parte Administrativa e Financeira
- 1.5. Desde o início (1995)
- 1.6. 13 Anos

E – Professora W, começava por lhe perguntar qual a sua função aqui no Exploratório?

C – Eu estou mais responsável pela parte administrativa e financeira

E – Quantos módulos interactivos de Química existem no Exploratório?

C – Quinze ou dezasseis

E – Daquela química tradicional, daquela que é feita em laboratório, existem menos?

C – Cinco ou seis, do que chamamos manusear reagentes.

E – E desses quais são áreas a que eles estão relacionados?

C – Temos dois de precipitação, temos um das chuvas ácidas que está na estufa, temos um da mensagem secreta, depois temos outro que era sobre a taxa de alcoolémia que se soprava para saber a taxa de alcoolémia, mas agora neste momento está desactivado.

E – E porquê que está desactivado?

C – Porque precisa de ser substituído, precisa de reparação.

E – Eu sei que o módulo das chuvas ácidas, que resultou de um projecto de alguns alunos da Faculdade de Ciências do Porto orientado pelo Prof. João Paiva, também está desactivado...

C – Ele está na estufa neste momento e não está em funcionamento, porque ainda não temos muitas visitas escolares. E agora quando começarmos, mesmo com as visitas escolares, voltaremos a pô-lo a funcionar. Ainda não temos a instrução feita e a explicação feita, porque normalmente os módulos aqui passam por uma fase em que nós testamos. Qual é a melhor explicação, fazemos a explicação, é funcional ou não é, as pessoas conseguem funcionar sozinhas com ele ou não. Aquele módulo em particular, nós não queremos que as pessoas mexam propriamente com as mãos, temos que ter sempre alguém na estufa e queremos que a explicação seja adequado bem como a instrução.

E – Eu tinha ideia que a razão pela qual ele não estava em exposição era porque não havia um espaço onde o pudessem colocar devido a este precisar de uma saída para os vapores?

C – Isso foi quando estive aqui dentro naquela bancada a funcionar, mas depois foi levado para a estufa. A estufa tem menos problemas do que aqui dentro, pois ele pode ainda não ter o tubo definitivo mas estar provisoriamente a funcionar.

E – Isso significa que o número de módulos interactivos de Química não tem sido sempre o mesmo, desde a abertura do Centro?

- C – No início mesmo tínhamos apenas um módulo, que era a cromatografia e depois começamos a fazer mais. O problema da Química são mesmo os reagentes, não temos aqui neste espaço de exposição um esgoto para onde deveriam ir as coisas, não temos. Tem que ser quase a balde, como eu costumo dizer.
- E – E ao falar disso, vou-lhe perguntar o que fazem aos resíduos?**
- C – Os poucos resíduos que temos levamos para a Química, mas por especial favor...
- E – A Química é o departamento de Química da universidade de Coimbra?**
- C – Sim, os poucos que temos.
- E – E em relação à segurança dos visitantes ou dos monitores, há algum tipo de prática especial?**
- C – O vestir a bata, o colocar os óculos, umas luvas. Nos módulos não existe nada que possa provocar problemas.
- E – E quem faz a manutenção?**
- C – Normalmente são os monitores que estão designados para aquele sector. Cada monitor fica responsável pelo seu sector. A Química tem problemas de estar a funcionar antes de a visita chegar e ficar a funcionar depois de a visita chegar. Os monitores têm que lixar os metais, têm que substituir as soluções, têm que ter as soluções sempre preparadas para... Há pessoas indicadas para isso.
- E – Durante a visita há alguém para...?**
- C – Há sempre um monitor responsável por essa secção. Que está sempre ali. Para ter o cuidado se os miúdos vestem batas ou se não vestem, se colocam as luvas, se colocam os óculos se não
- E – Os módulos de Química interactivos, os da Química tradicional, estão em menor número que os outros. Porquê?**
- C – Porque é muito mais fácil fazer módulos de Física do que de Química.
- E – E porquê?**
- C – Porque os módulos são mais acessíveis, porque não temos que nos preocupar com os desperdícios, não temos que nos preocupar com a compra de reagentes.
- E – E para mudar esta situação o que é preciso?**
- C – Ideias.
- E – Ideias?**
- C – Ideias exequíveis e interactivas.
- E – A nível da Química para colmatar este défice, que tipo de actividades é que o exploratório faz, isto é, se fazem mais actividades?**
- C – A nível da Química, é assim, tem-se feito algumas actividades essencialmente em termos do computador. O Professor João Paiva tem colaborado connosco em alguns projectos, por exemplo o "Molecularium", mais aí vamos para as simulações em computador.
- E – Actividades de Química tradicional..?**
- C – É difícil e com este espaço que temos, nós temos 300m² de exposição é impossível.
- E – Muito bem. Muito obrigada pela colaboração.**

Anexo III. (H) – Transcrição da entrevista ao Colaborador H

E – Entrevistadora

C – Colaborador do Centro de Ciência

n.a. – Não aplicável

1. Identificação do Entrevistado

1.1. Exploratório

1.2. Colaborador H

1.3. Feminino

1.4. Responsável pela exposição

1.5. 8 anos

1.6. 12 anos

E – Profª H, queria começar por lhe perguntar qual a é função que exerce aqui no Exploratório?

C – Eu sou Professora de Físico-Química e estou aqui destacada. A minha função aqui é essencialmente como responsável pela exposição, isto é, na relação com os visitantes sou eu que recebo os visitantes, sejam eles de carácter individual ou de grupo, as escolas, e sou eu que faço a gestão das visitas, ou seja, coordeno as visitas escolares, nomeadamente as que envolvem mais gente. Sou eu que coordeno as visitas escolares, que distribuo os alunos por monitor, que explico aos alunos como é que se vai proceder a visita, que antes disso distribui os sectores pelos monitores, expliquei aos monitores como é que ia ser a visita. Para além disso, faço muitas outras coisas em parceria com as colegas mediante as necessidades do espaço. Colaboro, por exemplo, na gestão da loja de ciência e colaboro nas tarefas dos módulos.

E – É um trabalho polivalente

C – É um trabalho polivalente. O exploratório também tem um Centro de Formação de professores, também sou formadora de uma das oficinas de formação, mas o que passa por mim é o contacto com o público.

E – Em termos de módulos interactivos de Química, que é o tema desta entrevista, quantos módulos interactivos de Química existem no exploratório?

C – Há sete módulos no interior e mais cinco módulos no exterior, portanto doze experiências na área da Química

E – E esses módulos são os mesmos desde a abertura do Centro?

C – Não. Há módulos mais antigos que outros. Até porque toda a zona do exterior é muito posterior à zona do interior. Portanto há módulos mais antigos do que outros.

E – Quais são as áreas da Química abordadas nesses módulos?

C – Tem desde ácido-base, reacções de precipitação, oxidação-redução e depois tem também a relação entre a Química com o cheiro, o olfacto. São sobretudo dessas áreas.

E – E em relação a esses módulos tem algum cuidado especial em relação à segurança?

C – Sim, sim. Aliás o Centro, não vou dizer que é grande, mas tem muitas experiências, tem neste momento à volta de cerca de cento e sessenta experiências e doze são de Química. A Química é a menos contemplada exactamente pela dificuldade que há no aspecto da segurança com os visitantes. Há coisas que não poderíamos ter a funcionar que envolvessem reagentes

químicos perigosos. Há sempre momentos de visita livre, que apesar do espaço ser vigiado e estar um monitor presente, não estamos livres que um miúdo não agarre em qualquer coisa... não beba qualquer coisa. E portanto há essa limitação a nível da segurança e também porque se torna um pouco difícil de se manter...

E – Em termos de custos ou em termos de manutenção?

C – Em termos de manutenção diária, e em termos de custos também.

E – Voltando aos cuidados de segurança com os visitantes?

C – Os módulos em si que envolvam reagentes, estão colocados de forma que as soluções ácidas e básicas estejam diluídas, não agridam ninguém. Os módulos da Química quer no interior quer no exterior estão em zonas restritas, não estão misturados com os outros. Os visitantes são convidados a vestir a bata e a calçar as luvas que existem no bolso da bata para sua protecção. E há sempre um monitor que durante as visitas, na parte livre da visita fica nesse espaço, e esse monitor deve vestir também a respectiva bata para apelar aos alunos para fazerem o mesmo. Esse é um cuidado que temos. E na entrada, quando os grupos são recebidos, eu costumo dizer aos alunos, para na parte livre da visita, devem estar apenas quatro ou cinco alunos naquele espaço, é um espaço também limitado e devem vestir a respectiva bata ou pelo menos calçar as luvas. E há sempre um monitor presente para os ajudar ou para os vigiar e para também manter alguma limpeza no local, pois há sempre alguma coisa ou outra que pode pingar, esguichar e, portanto, o monitor vai tratar dessa parte.

Havia uma experiência que estava no "canto da química" e, como norma, era feita no final da visita, creio que o nome dela era "vulcão químico", era um experiência que acabou por ter..., não digo um efeito espectacular, mas os miúdos gostavam de ver o vulcão a entrar em erupção. Era uma reacção química com dicromato de amónio e formava-se óxido de crómio e vapor de água. Essa experiência acabou por sair da exposição por se verificar, apesar do vulcão estar numa caixa especial, a caixa não podia ser bem vedada porque alguém tinha que colocar o vulcão a funcionar, ela também não estava hermeticamente fechada e verificava-se, ao longo do tempo, um acumular de pó de óxido de crómio por aí. E acabou por se retirada da exposição, para não haver inalação do pó.

E – E em relação à segurança dos monitores?

C – Há a prática da bata e das luvas. E eles sabem, portanto, quem fica no chamado "canto da química", já sabe à partida, todos os monitores tiveram uma formação prévia inicial antes de começarem a trabalhar aqui e sabem como devem preparar as soluções para lá colocar, como devem... o modo de estar antes de virem os visitantes e, portanto, as instruções de cuidados a ter ou de segurança são indicadas também nessa formação.

E – O que fazem com os resíduos, com os produtos químicos provenientes das reacções químicas?

C – Os que não podem ir para o lixo normal, são levados para o departamento de Química da Universidade de Coimbra.

E – Em relação a quem faz a manutenção?

C – A manutenção diária, bi-diária ou mais que bi-diária é feita por esses mesmos monitores. Nós temos quatro visitas, se houver visitas escolares, nós temos quatro visitas ao longo do mesmo dia. E o monitor deve verificar antes da primeira visita se está tudo em condições, durante a visita, se for necessário, ele também lá está se for preciso alguma coisa e no fim da visita deve verificar que tudo fica limpo e reposto para a visita seguinte. As coisas já estão colocadas de forma que seja simples de repor, ou são folhas de papel de filtro, ou limpar o que ficou sujo, ou é alguma solução, ou cotonetes para escrever, são coisas que rapidamente ele repõe. E no fim do dia a mesma coisa para o dia seguinte. Se é necessário alguma manutenção, se houve um módulo que quebrou, se houve alguma coisa mais de fundo que partiu ou que precisa de ser reparado há uma

pessoa responsável pela manutenção da Química e isso é-lhe comunicado e depois o assunto é encaminhado.

E – Devido a essa manutenção ser frequente os custos da manutenção dos módulos de Química são superiores aos das outras áreas? ou não?

C – Isso não lhe sei dizer, não sou a pessoa adequada para lhe responder.

E – Há alguma explicação para existir menor número de módulos de Química quando comparados com os das outras áreas?

C – Muito menor. A explicação é em termos de segurança e de manutenção. Como disse em termos de despesa em não sei classificar, mas são de mais difícil manutenção diária, no decorrer da visita, que os outros, enquanto que se tiver uma alavanca, uma balança, uma bicicleta, o miúdo chega e mexe e pronto. Ali não! Mexeu e sujou. Tem que haver alguém por trás que esteja em cima do acontecimento para que as coisas corram bem. E, portanto eu imagino que se fosse esta área toda de módulos de Química era impossível. Ou então eles tinham que ter uma estrutura tal, diferente da que têm aqui, portanto uma utilização diferente da que têm aqui.

E – A proposta seria outro tipo de módulos de Química, diferentes destes? Para resolver o problema?

C – Para resolver o problema? E para aumentar o número de módulos de Química? É uma pergunta complicada. Eles deveriam ter uma estrutura diferente ... Para terem uma estrutura diferente, é assim, a interactividade por parte da pessoa que vai fazer a experiência, também era menor. Aqui, não é muito a política do espaço, carregar neste botão para fazer pingar o hidróxido de sódio e carregar noutro botão para fazer pingar não sei o quê! Aí uma pessoa está ali a carregar nos botõezinhos e o resto faz-se por si?! A interactividade da pessoa ... vai ficar tudo muito mais inócuo, muito mais limpo, vá lá... a interactividade da pessoa diminuiria de certeza.

E – Até porque, em relação a módulos de Química que eu conheço em Portugal, estes são diferentes de todos os outros! Quer os do Pavilhão do Conhecimento, quer os do Visionarium são completamente diferentes destes!?

C – Exacto, das duas uma ou têm uma grande carga expositiva, ou então é a interactividade do botão. E aí vai um bocadinho contra o princípio de funcionamento do Exploratório.

E – E de quem foi a ideia deste tipo de módulos de Química, como é que eles apareceram aqui?

C – A ideia saiu daqui, eles são um conceito original daqui. E terá que encaminhar a pergunta para o Dr. XXXXXX, ou para a Prof^a YYYYYYY ou Prof.^a WWWWW.

E – Outra coisa, neste Centro são precisas mais actividades de Química ou os módulos são suficientes? Ou se fazem outro tipo de actividades de Química, tipo workshops?

C – Fazemos, pontualmente, outro tipo de actividades de química. Podendo, ser ou não, no Exploratório. No Exploratório fazemos um programa de festas de aniversário com ciência e uma das coisas que se faz, no programa dessas festas, é um show de Física e Química que os miúdos são chamados a participar. É um show interactivo de experiências que envolvem a Química. E temos participado actualmente em locais que nos pedem participação, como é o caso da FNAC. Entre Maio e Julho fez-se todos os domingos de manhã, actividades com a autoria do Exploratório e envolvendo experiências de química para, sobretudo, alunos do 1º ciclo. E já se fez também aqui, pontualmente, ateliers para miúdos do 1º ciclo com experiências dedicadas à Química. Há por vezes, ao longo do ano alturas em que se fazem actividades específicas, ou porque é a semana da ciência e há um dia da semana dedicado à Química ou porque é o dia do ambiente, ou o dia da

árvore, ou... e se fazem actividades dedicadas à Química, mas não são actividades que estão em permanência na exposição.

E – Muito bem, muito obrigada.

Anexo III. (D) – Transcrição da entrevista ao Colaborador D

E – Entrevistadora

C – Colaborador do Centro de Ciência

n.a. – Não aplicável

- 1. Identificação do Entrevistado**
- 1.1. Exploratório
- 1.2. Colaborador D
- 1.3. Feminino
- 1.4. Responsável pela manutenção dos módulos de Química do exploratório
- 1.5. 4 anos nestas funções
- 1.6. n.a.

E – Dra. D, diga-me, por favor, qual é a sua função aqui no Exploratório?

C – Eu trato de tudo, basicamente preencho lacunas que hajam na parte da loja, dou uma ajuda na parte de administração e sou responsável pelos módulos da Química. Mas faço o que for preciso fazer, se faltar algum monitor e se for preciso fazer alguma visita também faço.

E – Em relação aos módulos que têm em exposição, queria-lhe perguntar quantos módulos interactivos de Química existem aqui no Exploratório, uma estimativa?

C – No "canto da química" estão a funcionar sete mais cinco do exterior.

E – Quais são os temas desses módulos?

C – No canto da química, são as reacções de precipitação, a oxidação-redução, ácido – base também e temos o relógio vegetal, e temos a química do cheiro.

E – Em relação a estes módulos de Química que têm aqui nesta zona do Exploratório, que cuidados a nível de segurança é que têm com eles? A nível de visitantes, de monitores?

C – É-lhes dado uma formação quando eles entram, aos monitores, onde se diz os cuidados que devem ter. O "canto da química" é um canto mais trabalhoso, porque antes de iniciar a exposição e no final do dia convém saber se há ou não algum estrago e o que é que é preciso repor. Estamos a falar de pequenas experiências com papel e cotonetes que com muita facilidade se sujam e é necessário trocar. Pede-se o cuidado de pelo menos vestir a bata e calçar umas luvas.

E – Mas aí está a falar dos monitores?

C – Sim, os monitores, trazem sempre as luvas disponíveis, as batas, existem também os óculos, mas isso é mais a nível do visitante. Porque os miúdos costumam achar mais piada aos óculos, mas não há nada ali que necessite o uso dos óculos. O visitante também é convidado a vestir a bata e a calçar as luvas para fazer as experiências.

E – E a nível da manutenção desses módulos, têm alguns cuidados especiais no tratamento desse módulos?

C – Eu sou a pessoa responsável pela manutenção, é feita diariamente, ver se os cotonetes estão limpos, se é preciso mudar o rolo de papel, se é preciso por papel de filtro, se há soluções suficientes. As soluções sou eu que as faço.

E – A reposição dos reagentes nos módulos de Química é uma reposição diária?

C – É. Imagine se tivéssemos hoje trezentas pessoas no final do dia teríamos que repor, mas se não viesse ninguém isso já não era necessário.

E – E os resíduos? O que fazem com eles?

C – Não temos muitos resíduos perigosos, mas os poucos que temos são entregues na faculdade de Química da universidade de Coimbra, para fazerem o favor de os eliminar.

E – E em relação aos custos dos módulos de Química comparados com os outros módulos?

C – Não sou capaz de dizer...

E – Em relação aos monitores, quantos monitores se encontram a acompanhar a visita nos módulos da Química?

C – Está sempre um monitor fixo no "canto da química", e pede-se sempre que não haja mais do que cinco a seis pessoas no "canto da química" que é para não ser muito gente e não haver atropelamentos, digamos assim, entre as pessoas.

E – É capaz de me dizer por que razões existem mais módulos interactivos de outras áreas comparando com os de Química, aqui no Exploratório?

C – Não, não sou. É uma questão posta... Talvez seja mais fácil ter módulos de Física.

E – É mais fácil, porquê?

C – Consegue-se fazer e arranjar uma explicação científica de uma experiência que seja apelativa e que as pessoas possam fazer, é mais fácil da Física do que da Química por isso é que se vê tanta coisa. É a ideia que eu tenho...

E – Estes módulos que eu vejo aqui são diferentes daqueles que eu conheço de outros Centros de Ciência. Quem é que os concebeu?

C – São pensados, projectados em papel e depois são todos feitos cá.

E – Os módulos de Química não são os mesmos desde o início, houve alterações?

C – Pois não, agora temos mais um, tem talvez dois anos. Às vezes há mais uma ideia faz-se mais um módulo e vai-se aumentando o número de módulos

E – Tem alguma sugestão para alterar esta situação do reduzido número de módulos de Química?

C – Não, confesso que não. O espaço também é pequeno, para fazermos mais módulos implicaria que teríamos que retirar alguma coisa.

E – E estes funcionam bem?

C – Funcionam bem. O problema é que estas experiências como são de mexer e eles podem mexer em tudo, acabam por algumas vezes se estragar com mais facilidade e para isso é necessário maior cuidado. E no "canto da química", como estamos a falar de reagentes é preciso um maior cuidado. Mas funcionam muito bem, tendo em conta o número de anos que já passaram.

E – E em termos de outro tipo de actividades de Química, o exploratório promove outro tipo de actividades?

C – Somos às vezes convidados para participar noutro tipo de actividades. Estivemos no verão, durante três meses, ao domingo de manhã, na FNAC o primeiro domingo calhou falar sobre a Química. Foi feito um show, com cinco ou seis experiências, sempre com a ajuda de um miúdo, para fazer a experiência comigo. Depois havia a parte do atelier, que além das experiências das outras áreas tinha também as experiências de química. Fazemos também aqui as festas de aniversário em que fazemos um show de química, com experiências muito fáceis.

E – Muito bem, obrigada pela sua colaboração.

Anexo III. (V) – Transcrição da entrevista ao Colaborador V

E – Entrevistadora

C – Colaborador do Centro de Ciência

n.a. – Não aplicável

1. Identificação do Entrevistado

1.1. Exploratório

1.2. Colaborador V

1.3. Masculino

1.4. Técnico de informática, responsável pelo trabalho dos monitores e pela área de astronomia.

1.5. 11 Anos

1.6. n.a.

E – Dr. V, diga-me, por favor, qual é a sua função aqui no Exploratório?

C – Técnico de informática, responsável pelo trabalho dos monitores e pela área de astronomia.

E – Em relação aos módulos que têm em exposição, queria-lhe perguntar quantos módulos interactivos de Química existem aqui no Exploratório, uma estimativa?

C – Entre sete e oito, há um ou outro que vai sendo substituído.

E – Os módulos de Química que existem neste momento não são aqueles que existiam no início?

C – Não são aqueles que existiam no início.

E – Foram todos renovados?

C – O único que está desde o início é o da cromatografia... e o das mensagens secretas.

E – E porquê que isso aconteceu?

C – Principalmente porque são práticos. É fácil as pessoas descobrirem como é que aquilo funciona e interagirem com eles. Os outros apesar de ser também fácil não têm funcionado muito bem mecanicamente.

E – E quais são os temas desses módulos?

C – O tema forte é indicadores, precipitação, oxidação-redução, cromatografia.

E – Em relação a estes módulos de Química que cuidados a nível de segurança é que têm com eles? A nível de visitantes, de monitores?

C – Há uma parte de formação dos monitores em que lhes é explicado o que eles devem fazer quando fazem a manutenção da bancada da química, usam bata, luvas e óculos. E também se encoraja, sempre que vemos lá alguém, para utilizar esse equipamento de protecção, não só por segurança física como até para proteger a roupa.

E – E quem faz a manutenção dos módulos tem alguma prática de segurança?

C – De preferência são os monitores com formação em Química que fazem essa manutenção.

E – A reposição dos reagentes nos módulos de Química é feita com que frequência?

C – Diária, a maior parte deles é diária, pode haver um ou outro que dure mais que um dia mas é raro. Às vezes acontece os miúdos trocarem as canetas com as tampas e já fica contaminado com outros reagentes e depois é preciso substituir.

E – E em relação aos custos dos módulos de Química, são maiores quando comparados com os outros módulos?

C – Não são os que têm maiores custos. A Química precisa de reagentes.

E – E os resíduos? O que fazem com eles?

C – Os resíduos normalmente são guardados à parte, os rolos de papel com precipitados, e depois são levados para serem eliminados.

E – Em relação aos monitores, quantos monitores se encontram a acompanhar a visita nos módulos da Química?

C – Temos um número de monitores conforme o número de alunos que estejam na visita. Normalmente existe sempre um monitor responsável pelo "canto da química".

E – É capaz de me dizer por que razões existem mais módulos interactivos de outras áreas comparando com os de Química, aqui no Exploratório?

C – Porque os de Química dão mais trabalho que os outros, em relação à reposição de reagentes e à segurança.

E – Tem alguma sugestão para alterar esta situação do reduzido número de módulos de Química?

C – Não. Há falta de espaço aqui no exploratório, para colocar mais módulos de Química era preciso retirar outros. Já viu algum Centro de Ciência que tivesse tantos módulos numa área tão pequena?!

E – E em termos de outro tipo de actividades do Química, o exploratório promove outro tipo de actividades?

C – Fazemos as festas de aniversário.

E – Muito bem, obrigada pela sua colaboração.

Anexo III. (T) – Transcrição da entrevista ao Colaborador T

E – Entrevistadora

C – Colaborador do Centro de Ciência

n.a. – Não aplicável

- 1. Identificação do Entrevistado**
- 1.1. Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva
- 1.2. Colaborador T
- 1.3. Masculino
- 1.4. Responsável pela área expositiva
- 1.5. 7 anos
- 1.6. n.a.

E – Dr. T, começava por lhe perguntar qual a sua função aqui no Pavilhão do Conhecimento?

C – Sou o responsável pela área expositiva do Pavilhão.

E – Em relação aos módulos interactivos de Química, que é o tema desta entrevista, quantos módulos interactivos de Química existem no vosso Centro?

C – Temos... são cinco, os de Química.

E – E quais são os temas desses módulos?

C – Bem, temos um dedicado à fluorescência, outro que é sobre cristais líquidos... um sobre a electrólise – o do foguetão de hidrogénio –, outro que aborda o espectro electromagnético de diferentes gases e, falta-me um... o das cadeias de moléculas.

E – Em relação a esses módulos em concreto, têm cuidados especiais na segurança, por exemplo em relação aos visitantes, são módulos que estão de alguma forma protegidos ou têm uma abordagem diferente da dos restantes módulos?

C – Não, apenas no módulo da Película de sabão é necessário manter alguma ordem e higiene na zona circundante ao módulo, pois todos estão devidamente protegidos...

E – E os guias, os monitores do Centro?

C – Não, os guias do Centro apenas são responsáveis por alertar para aquela situação, isto é, devem alertar os visitantes para a necessidade de se manter a zona envolvente ao módulo devidamente organizada.

E – E os vossos técnicos... Têm cuidados especiais com estes módulos?

C – Apenas no que diz respeito à verificação diária dos níveis de reagentes... e dos consumíveis utilizados nos módulos.

E – Realizam uma verificação diária?

C – Sim...

E – E a reposição desses consumíveis, é também diária?

C – Depende da utilização e do módulo... normalmente a reposição é feita semanalmente. Só mais o "Foguetão de Hidrogénio" necessita de reposição de água, mas raramente. Todas as outras experiências não carecem de reposições.

E – O que fazem com os resíduos, com os produtos químicos provenientes das reacções químicas?

- C – São resíduos correntes... Não há resíduos químicos ou tóxicos em nenhum dos módulos. Têm o tratamento normal do restante lixo...
- E – Do ponto de vista económico, considera que são módulos que implicam mais gastos que os módulos de outras áreas?**
- C – Bem... Os gastos com sabão e água são mínimos... Em todo o caso os custos não são "zero". Mas noutras experiências também não contabilizamos custos com electricidade, por exemplo.
- E – Falávamos há pouco do papel dos guias... Os vossos guias acompanham os visitantes durante a interacção com os módulos de Química?**
- C – Sim.
- E – Há sempre guias disponíveis?**
- C – Sim... depende das marcações mas há sempre dois a três monitores disponíveis, para o acompanhamento da visita, explicação dos fenómenos...
- E – Na sua opinião, porque razão é que são tão poucos os módulos de Química, isto quando os comparamos com os restantes módulos?**
- C – É uma área mais delicada... onde os processos são mais lentos, onde não foram ainda explorados temas com interactividade imediata. Mas também devido a uma maior complexidade na produção e, eventualmente, na manutenção desses módulos...
- E – E na sua opinião, que tipo de sugestões faria para alterar esta situação?**
- C – Em sessões temáticas, fora da exposição permanente... Aí há sempre a possibilidade de efectuar inúmeras actividades relacionadas com estes temas.
- E – É o que fazem no pavilhão? Dinamizam outro tipo de actividades nessa lógica, de actividades experimentais sobre Química?**
- C – Sim, fazemo-las regularmente.
- E – Muito obrigada pela sua disponibilidade.**

ANEXO IV – GUIÕES FOTOGRÁFICOS DE ALGUNS MÓDULOS DO EXPLORATÓRIO



Figura 35 – Guião fotográfico do módulo 1 "Azul fugido".



Figura 36 – Guião fotográfico do módulo 3 "Desenho livre".



Figura 37 – Guião fotográfico do módulo 5 "magia das cores".



Figura 38 – Guião fotográfico do módulo 6 "Cromatografia em t-shirts".



Figura 39 – Guião fotográfico do módulo 7 "Prego que escreve".

ANEXO V – Base de dados de módulos interactivos e de experiências de química realizadas em Centros e Museus de Ciência integrada no portal Mocho.

INSTITUIÇÃO	DESCRIÇÃO	ÁREA DO MOCHO	URL	PALAVRAS CHAVE
Exploratório Infante D Henrique -Centro de Ciência Viva	Nesta página do Exploratório é apresentado um módulo onde os visitantes podem pintar uma tela com tinta azul (indicador) que fica incolor. Este módulo chama-se "Azul fugidio".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecienca/reaccoesacido-base	http://www.exploratorio.pt/exposicao/modulo.php?oid=362371	EXPLORATÓRIO CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ÁCIDO-BASE INDICADORES
	Nesta página do Exploratório é apresentado um módulo onde os visitantes podem descobrir uma mensagem secreta escrita num papel em branco, borrifando-o com uma solução e deixando-o secar. Este módulo chama-se "Mensagem secreta".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecienca/reaccoesacido-base	http://www.exploratorio.pt/exposicao/modulo.php?oid=362430	EXPLORATÓRIO CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ÁCIDO-BASE INDICADORES
	Nesta página do Exploratório é apresentado um módulo onde os visitantes escrevem uma mensagem num papel com canetas com diferentes soluções. O papel é borrifado com uma solução diferente das anteriores. Observa-se a formação de diferentes cores no papel. Este módulo chama-se "Magia das cores".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecienca/reaccoesprecipitacao	http://www.exploratorio.pt/exposicao/modulo.php?oid=362429	EXPLORATÓRIO CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA PRECIPITADOS
	Nesta página do Exploratório é apresentado um módulo onde os visitantes fazem um desenho numa T-shirt com um marcador. O desenho é depois borrifado com uma solução que provoca a separação das cores na T-shirt. Este módulo chama-se "Cromatografia em T-shirts".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecienca/tecnicadeseparacaodemisturas	http://www.exploratorio.pt/exposicao/modulo.php?oid=362427	EXPLORATÓRIO CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA CROMATOGRAFIA
Fábrica – Centro de Ciência Viva – Aveiro	Nesta página do Exploratório é apresentado um módulo onde os visitantes usam um prego de ferro para escrever numa folha de papel previamente humedecida com uma solução. Este módulo chama-se "Prego que escreve".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecienca/reaccoesoxidacaoreducao	http://www.exploratorio.pt/exposicao/modulo.php?oid=362431	EXPLORATÓRIO CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA OXIDAÇÃO-REDUÇÃO AZUL PRUSSIA
	Nesta página da Fábrica é feita referência à química dos alimentos, em particular a experiências realizadas com o leite. O nome das actividades realizadas é "O fantástico mundo do leite"	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecienca/quimicadosalimentos	http://www.fabrica.ua.pt/cienciaviva/cozinhaileite.asp	FÁBRICA CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ALIMENTOS LEITE
	Nesta página da Fábrica é feita referência à química dos alimentos, em particular a experiências realizadas com claras do ovo. O nome das actividades realizadas é "A clara do castelo de chocolate"	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecienca/quimicadosalimentos	http://www.fabrica.ua.pt/cienciaviva/cozinhaclara.asp	FÁBRICA CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ALIMENTOS CLARA DE OVO
	Nesta página da Fábrica é feita referência a uma sessão de laboratório em que é sintetizado um polímero. O nome da actividade realizada é "Pega-monstros"	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecienca/polimeros	http://www.fabrica.ua.pt/cienciaviva/labmonstros.asp	FÁBRICA CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA POLÍMEROS PEGA MONSTROS
Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva	Nesta página da Fábrica é feita referência a uma sessão de laboratório em que são realizadas várias reacções químicas com o objectivo de extrair o ADN do kiwi. O nome da actividade realizada é "A extracção do ADN do kiwi"	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecienca/bioquimica	http://www.fabrica.ua.pt/cienciaviva/labkiwi.asp	FÁBRICA CENTRO CIÊNCIA BIOQUÍMICA ADN KIWI
	Nesta página do Pavilhão do Conhecimento é apresentado um módulo onde os visitantes, por acção da força muscular, accionam um gerador que produz corrente eléctrica que permite separar a água nos seus componentes gasosos. Depois da formação dos gases, os visitantes accionam uma vela de combustão que queima o hidrogénio obtido pela electrólise. A combustão do hidrogénio provoca o lançamento de um projectil (foguetão). Este módulo chama-se "Foguetão de hidrogénio".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecienca/reaccoesdecombustao	http://www.pavkonhecimento.pt/exposicoes/modulos/index.asp?acao=showmodulo&id_exp_modulo=153&id_exposicao=6	PAVILHÃO CONHECIMENTO CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ELECTRÓLISE COMBUSTÃO

Centro Ciência Viva de Távira	Nesta página do Pavilhão do Conhecimento é apresentado um módulo onde os visitantes, ao colocarem a mão em cima de um painel, isto é, ao alterarem a temperatura a que este se encontra, provocam a mudança da sua cor. Este módulo chama-se "Termocrómico".	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdecien/materiais	http://www.pavconhecimnto.pt/exposicoes/modulos/index.asp?acciao=showmo_dulo&id_exp_modulo=174&id_exposicao=6	PAVILHÃO CONHECIMENTO CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA TERMOCROMÍCOS
	Nesta página do Centro de Távira é feita referência a experiências que permitem analisar algumas das propriedades físico-químicas da água, tais como a relação da quantidade de cloretos com a salinidade da água e a influência da dureza da água na quantidade de detergente gasto durante uma lavagem. Estas experiências realizam-se no "Laboratório da Qualidade da Água".	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdecien/propriedadesdaagua	http://www.tavira.cienciaviva.pt/laboratorios/modulo.asp?acciao=showmodulo&id_exp_modulo=2&id_exposicao=2	CENTRO CIÊNCIA TÁVIRA QUÍMICA SALINIDADE DUREZA
	Nesta página do Centro de Távira é feita referência a experiências que os visitantes podem realizar para descobrir as propriedades da água, tais como densidade e tensão superficial, e investigar misturas da água com outros fluidos. Estas experiências realizam-se no "Laboratório dos Fluidos".	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdecien/propriedadesdaagua	http://www.tavira.cienciaviva.pt/laboratorios/modulo.asp?acciao=showmodulo&id_exp_modulo=5&id_exposicao=2	CENTRO CIÊNCIA TÁVIRA QUÍMICA DENSIDADE TENSÃO SUPERFICIAL
	Nesta página do Centro de Távira é feita referência a actividades que os visitantes podem realizar, tais como a produção de sabão e o fabrico de queijo fresco. As actividades são realizadas no "Laboratório de Biotecnologia".	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdecien/reaccoesquimicas	http://www.tavira.cienciaviva.pt/laboratorios/modulo.asp?acciao=showmodulo&id_exp_modulo=3&id_exposicao=2	CENTRO CIÊNCIA TÁVIRA QUÍMICA REACÇÕES SÍNTESE
	Nesta página do Centro de Távira é feita referência a uma experiência com uma pilha de combustível a hidrogénio. O nome deste módulo é "Pilha de Combustível a Hidrogénio".	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdecien/reaccoesdecombustao	http://www.tavira.cienciaviva.pt/modulos/modulo.asp?acciao=showmodulo&id_exp_modulo=7&id_exposicao=1	CENTRO CIÊNCIA TÁVIRA QUÍMICA COMBUSTÍVEL HIDROGÉNIO
Centro Ciência Viva de Vila do Conde	Nesta página do Centro de Vila do Conde é apresentado um módulo que representa um géiser. O visitante provoca o aumento da temperatura da água que despoleta todo o processo que leva a que o géiser entre em "erupção". Com este módulo são abordados outros conteúdos relacionados: ebulição, ponto de ebulição, pressão, temperatura. O nome deste módulo é "Géiseres".	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdecien/propriedadesdaagua	http://viladoconde.cienciaviva.pt/exposicao/modulos/index.asp?acciao=showmodulo&id_exp_modulo=9&id_exposicao=1	CENTRO CIÊNCIA VILA DO CONDE QUÍMICA GÉISER EBULIÇÃO
Museu de Ciência da Universidade de Lisboa	Nesta página do Museu de Ciência da Universidade de Lisboa é feita referência a várias actividades laboratoriais de química que os visitantes de diferentes ciclos podem realizar.	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdecien/quimicageral	http://www.mc.ul.pt/mc/ea/index.html	MUSEU CIÊNCIA UNIVERSIDADE LISBOA QUÍMICA EXPERIÊNCIAS
Visionarium – Centro de Ciência do Europearque	Na sala da Odisseia da Matéria do Visionarium os visitantes podem experimentar diferentes módulos de química. Os nomes dos módulos são: pilhas químicas; Tabela Periódica; solubilidade; pH da água; espectro electromagnético; estados físicos da matéria.	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdecien/quimicageral	http://www.visionarium.pt	VISIONARIUM CENTRO CIÊNCIA MATÉRIA QUÍMICA
Cité des Science & de L'industrie-La Villete	Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo onde os visitantes podem medir o pH de produtos do dia-a-dia e classificá-los em ácidos ou básicos. Este módulo chama-se "Acide ou base".	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdecien/reaccoesacido-base	http://www.cite-sciences.fr/servlet/ContentServer?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCadre&activ=element&c=Ca_t_Element&cid=1071220886997&lang=Francais&np=1	CITÉ-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ÁCIDO-BASE PH

Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo em que os visitantes provocam reacções químicas através da alteração da temperatura. Este módulo chama-se "Chaleur et réaction".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/reaccoestermicas	http://www.cite-sciences.fr/servelet/ContentServer?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCadre&actif=element&c=Ca_t_Ilot&cid=1074265430342&lang=Francais&navbar=true&np=1	CITÉ-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA REACÇÕES TEMPERATURA
Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo que permite separar uma mistura através de uma cromatografia. Os visitantes podem perceber a técnica de uma forma interactiva. Este módulo chama-se "Chromatographie".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/tecnicasdeseparacaodemisturas	http://www.cite-sciences.fr/servelet/ContentServer?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCadre&actif=element&c=Ca_t_Ilot&cid=1074265430331&lang=Francais&navbar=true&np=1	CITÉ-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA CROMATOGRAPHIA
Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo com um sistema multimédia. Os visitantes podem fazer variar a velocidade e o ponto de equilíbrio químico de uma reacção. Este módulo chama-se "Cinétique d'une réaction".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/cineticadeumareacao	http://www.cite-sciences.fr/servelet/ContentServer?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCadre&actif=element&c=Ca_t_Ilot&cid=1074265430318&lang=Francais&navbar=true&np=1	CITÉ-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA REACÇÕES VELOCIDADE
Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo que permite aos visitantes associar modelos moleculares aos respectivos cristais. Este módulo chama-se "Cristal et géométrie".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/modelosmoleculares	http://www.cite-sciences.fr/servelet/ContentServer?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCadre&actif=element&c=Ca_t_Ilot&cid=1074265430307&lang=Francais&navbar=true&np=1	CITÉ-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA MODELOS MOLECULARES CRISTAIS
Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo que permite aos visitantes descobrir a composição química de um bombom de uma forma interactiva. Este módulo chama-se "Dans un bonbon".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicadosalimentos	http://www.cite-sciences.fr/servelet/ContentServer?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCadre&actif=element&c=Ca_t_Ilot&cid=1074265430296&lang=Francais&navbar=true&np=1	CITÉ-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ALIMENTOS
Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo com modelos moleculares. Os visitantes provocam a colisão dos modelos e observam trocas de átomos. A finalidade deste modulo é explicar as reacções de adição, eliminação e substituição. Este módulo chama-se "Echanger ses atomes".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/modelosmoleculares	http://www.cite-sciences.fr/servelet/ContentServer?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCadre&actif=element&c=Ca_t_Ilot&cid=1074265430252&lang=Francais&navbar=true&np=1	CITÉ-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA REACÇÕES ADIÇÃO ELIMINAÇÃO SUBSTITUIÇÃO

Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo em que os visitantes mergulham pares de eléctrodos diferentes num electrólito e observam qual é o par que produz mais electricidade. Este módulo chama-se "Fabriquer l'électricité".	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdeciecia/electroquimica	http://www.cite-sciences.fr/servlet/ContentServlet?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCaadre&actif=element&c=Ca_t_Ilot&cid=1074265430241&lang=Francais&navbar=true&np=1	CITÉ-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA ELECTROQUÍMICA
Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo com o princípio da datação por carbono 14. Este módulo chama-se "Histoire de la radioactivité".	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdeciecia/radioactividade	http://www.cite-sciences.fr/servlet/ContentServlet?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCaadre&actif=element&c=Ca_t_Ilot&cid=1074265430230&lang=Francais&navbar=true&np=1	CITÉ-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA RADIOACTIVIDADE
Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo que permite aos visitantes descobrir os modelos moleculares correspondentes à composição química da vitamina C. Este módulo chama-se "La vitamine C".	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdeciecia/modelosmoleculares	http://www.cite-sciences.fr/servlet/ContentServlet?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCaadre&actif=element&c=Ca_t_Ilot&cid=1074265430409&lang=Francais&navbar=true&np=1	CITÉ-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA SUBSTÂNCIAS MODELOS MOLECULARES
Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo que permite aos visitantes observar a formação de cristais em diferentes condições. Este módulo chama-se "Le jardin des cristaux".	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdeciecia/cristais	http://www.cite-sciences.fr/servlet/ContentServlet?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCaadre&actif=element&c=Ca_t_Ilot&cid=1074265430219&lang=Francais&navbar=true&np=1	CITÉ-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA CRISTAIS
Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo com a Tabela Periódica. Os visitantes podem verificar as propriedades e a organização dos elementos na TP de uma forma interactiva. Este módulo chama-se "Le tableau de Mendeleiev - multimédia".	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdeciecia/tabelaperiodica	http://www.cite-sciences.fr/servlet/ContentServlet?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCaadre&c=Cat_Ilot&cid=1074265430444&lang=Francais	CITÉ-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA TABELA PERIÓDICA
Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo sobre a Tabela Periódica. De uma forma interactiva, os visitantes podem descobrir a estrutura da tabela, os elementos que a constituem e os materiais que eles formam. Este módulo chama-se "Le tableau de Mendeleiev - multimédia".	ensino/experienciasdequimica/museusinteractivosdeciecia/tabelaperiodica	http://www.cite-sciences.fr/servlet/ContentServlet?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCaadre&actif=element&c=Ca_t_Ilot&cid=1074265430197&lang=Francais&navbar=true&np=1	CITÉ-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA TABELA PERIÓDICA

	Nesta página da Cidade das Ciências é apresentado um módulo que permite aos visitantes descobrir os elementos que constituem as macromoléculas que formam os materiais plásticos. Este módulo chama-se "Polymères = plastique et cie".	ensino/experienciasdequimicia/museusinteractivosdecie ncia/polimeros	http://www.cite-sciences.fr/servlet/ContentServer?pagename=Catalogue%2FUIFramework%2FCa t_Ilot&cid=1074265430364&lang=Francais&navbar=true&np=1	CITE-SCIENCES CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ELEMENTOS POLÍMEROS
Palais de la découverte	Nesta página do Palais de la Découverte é apresentado um módulo sobre o ar líquido. O visitante pode realizar experiências a baixas temperaturas com o ar líquido. Este módulo tem o nome de "Venez prendre un bol d'air !". Nesta página do Palais de la Découverte é feita referência à química dos alimentos, em particular a experiências realizadas com claras de ovo e também a elaboração de um gelado sem o uso do congelador. O nome das actividades realizadas é "Cuisine et chimie". Nesta página do Palais de la Découverte é apresentado um módulo sobre a constituição da molécula da água. O visitante pode realizar duas electrólises diferentes para saber a constituição da molécula da água. Este módulo tem o nome de "Le courant passe!".	ensino/experienciasdequimicia/museusinteractivosdecie ncia/arliquido	http://www.palais-decouverte.fr/discip/chimie/bol.htm	PALAIS-DÉCOUVERTE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA AR LÍQUIDO TEMPERATURA
Science Museum, Japan Science Foundation	Nesta página do Science Museum são apresentados vários módulos interactivos relacionados com o átomo, sua constituição e reacções nucleares. Os nomes dos módulos são: "Atomos Theater"; "V.R Lab of Micron World"; "Plasma ball"; "Atom transforming machine"; "Spark Chamber"; "Science Visiounder"; "NUCLEON File"; "Hands-on-atom"; "Korogari-tron(accelerate)"; "Mechanism of a nuclear"; "Cloud chamber box"; "X-RAY Viewer".	ensino/experienciasdequimicia/museusinteractivosdecie ncia/electrolise	http://www.palais-decouverte.fr/discip/chimie/cuisine.htm	PALAIS-DÉCOUVERTE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA CLARA OVO GELADO
Science Museum, Japan Science Foundation	Nesta página do Science Museum são apresentados vários módulos interactivos relacionados com os gases e as suas propriedades. O nome dos módulos são: "Kaleidoscope of Fire"; "The Originals of Gas"; "Condensation in a Bottle"; "Joker's Mirror"; "Hot Hands"; "Hoverballs"; "Gas Gauge"; "Methane Monument"; "Invisible Weight"; "High-Pressure Chair"; "Sticky Suction"; "Flute of Fire"; "Rising Heat Rotor"; "Fuel Cell Spinner"; "Gas in the Future"; "Flame in a Electric Field".	ensino/experienciasdequimicia/museusinteractivosdecie ncia/atomos	http://www.jsf.or.jp/eng/exhibits/2nd_floor/2d_atom/os/	PALAIS-DÉCOUVERTE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ÁGUA ELECTRÓLISE
Singapore Science Centre	A partir desta página do Centro de Ciência de Singapura abrem-se várias janelas respeitantes a módulos interactivos que se inserem na área "Fundamental Chemistry". Os módulos interactivos que estão à disposição dos visitantes têm o nome de: "Periodic Table"; "Periodic Trends"; "Hands-on Atom"; "Marvelous Molecules"; "Famous Chemist"; "Avagadro Constant"; "Brownian Motion"; "Crystal Growth"; "Atomic Breakout".	ensino/experienciasdequimicia/museusinteractivosdecie ncia/quimicageral	http://www.science.edu.sg/ssc/events.jsp?type=7&rot=0&parent=0&cat=307#	SCIENCE MUSEUM JAPAN MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA ÁTOMO

	A partir desta página do Centro de Ciência de Singapura abrem-se várias janelas respeitantes a módulos interativos que se inserem na área "It's a Material World". Os módulos interativos que estão à disposição dos visitantes têm o nome de: "Superstrong Kevlar"; "Shape Memory Alloy"; "Polarising Sunglasses"; "Liquid Crystal Chair"; "Thermochromic Pillar"; "UV Beads"; "Non-slip Material"; "Miniature Magnets"; "Light Pipes".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinterativosdeciencia/materiais	http://www.science.edu.sg/ssc/events.jsp?type=7&rot=0&parent=0&cat=307#	SINGAPORE SCIENCE CENTRE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA MATERIAIS
	A partir desta página do Centro de Ciência de Singapura abrem-se várias janelas respeitantes a módulos interativos que se inserem na área "Phenomenal Chemistry". Os módulos interativos que estão à disposição dos visitantes têm o nome de: "Freeze Your Shadow"; "What Colour Is It?"; "Smart Window"; "Electrochemical Ladder"; "Spectral Emission".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinterativosdeciencia/fenomenosquimicos	http://www.science.edu.sg/ssc/events.jsp?type=7&rot=0&parent=0&cat=307#	SINGAPORE SCIENCE CENTRE CENTRO CIÊNCIA ELECTROQUÍMICA ESPECTROS
	A partir desta página do Centro de Ciência de Singapura abrem-se várias janelas respeitantes a módulos interativos que se inserem na área "Reactive Chemistry". Os módulos interativos que estão à disposição dos visitantes têm o nome de: "Flame Colouration"; "Colours of Ions"; "Paper Chromatography"; "Density Columns".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinterativosdeciencia/reacoesquimicas	http://www.science.edu.sg/ssc/events.jsp?type=7&rot=0&parent=0&cat=307#	SINGAPORE SCIENCE CENTRE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA COMBUSTÃO CROMATOGRAFIA
	A partir desta página do Centro de Ciência de Singapura abrem-se várias janelas respeitantes a módulos interativos que se inserem na área "Chemistry In Everyday Life". Os módulos interativos que estão à disposição dos visitantes têm o nome de: "Distillation Column"; "Car Chemistry"; "Pharmacopoeia Arts"; "Food Chemistry"; "Greenhouse Effect"; "Ozone Layer"; "Acid Rain"; "Haber Process"; "Reverse Osmosis"; "Lab-on-chip"; "Gas Chromatography".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinterativosdeciencia/quimicadiaadia	http://www.science.edu.sg/ssc/events.jsp?type=7&rot=0&parent=0&cat=307#	SINGAPORE SCIENCE CENTRE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA DIA-A-DIA
Hong Kong Science Museum	A partir desta página do Museu de Ciência de Hong Kong abre-se uma janela referente a um módulo interativo que permite aos visitantes fazer bolas de sabão com base no conceito da tensão superficial da água. O nome deste módulo é "Bubble Hoops".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinterativosdeciencia/tensaosuperficial	http://hk.science.museum/eeexhibit/egf/echildren.htm	HONG KONG SCIENCE MUSEUM MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA TENSÃO SUPERFICIAL
Wollongong Science Centre and Planetarium	Nesta página do Wollongong Science Centre são apresentadas experiências de química na forma de um show onde os visitantes também participam. Os temas abordados nestes shows são: o nitrogénio líquido, as bolas de sabão e os materiais fluidos. Os shows denominam-se "The Liquid Nitrogen Show"; "The Bubbles And Balloons Show"; "The Fantastic Fluids Show".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinterativosdeciencia/quimicageral	http://sciencecentre.uow.edu.au/scienceshows.html	WOLLONGONG SCIENCE CENTRE CENTRO CIÊNCIA PLANETÁRIO QUÍMICA NITROGÉNIO FLUIDOS BOLAS SABÃO
New York Hall of Science	Nesta página do New York Hall of Science é apresentada uma exposição com módulos interativos sobre a química partilhada por todas as coisas vivas, com enfoque nas moléculas. O nome da exposição é "Marvelous Molecules - The Secret of Life Fact Sheet" e os módulos que os visitantes podem experimentar estão divididos pelos subtemas: "Molecules for Living"; "Molecules: A Source of Energy"; "Molecules for Movement"; "Molecules for Sensing"; "Molecules for Defending"; "Molecules for Reproduction"; "Molecules that Form Structures".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinterativosdeciencia/moleculas	http://www.nyscience.org/marvelousmolecules/abouttheexhibit.html	NEW YORK HALL SCIENCE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA MOLÉCULAS

	Nesta página do New York Hall of Science são apresentadas algumas das experiências de química que os visitantes podem realizar no laboratório de bioquímica do Centro, por exemplo: as reações químicas no fabrico do queijo, a identificação de moléculas responsáveis por certos cheiros e reações ácido-base no uso de antiácidos. Esta página apresenta a área da química do Espaço Ciência. O visitante pode acompanhar de forma interactiva a relação da química com o dia-a-dia. As experiências realizadas são sobre: o ar, pressão atmosférica, ácidos e bases, destilação simples, expansão e concentração do ar, combustão em recipiente fechado, separação de misturas, cromatografia, estados físicos da água, estequiometria, noções de concentração, reactividade dos metais com a Água e dimensão do átomo.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/bioquimica	http://www.nyhallsci.org/biochem/photo_gallery.html	NEW YORK HALL SCIENCE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA BIOQUÍMICA
Espaço Ciência		ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.espacociencia.pe.gov.br/areas/quimica/	ESPAÇO CIÊNCIA CENTRO QUÍMICA QUÍMICA DIA-A-DIA
Seara da Ciência	Nesta página da Seara da Ciência é apresentado um módulo com a Tabela Periódica. O visitante pode explorar um painel de controlo onde se encontram as informações sobre os elementos: o nome em latim, o símbolo, o peso atómico, a massa, o ano da descoberta, o nome do descobridor e exemplos de objectos constituídos por esse elemento. O nome deste módulo é "Tabela periódica interactiva".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/tabelaperiodica	http://www.seara.ufc.br/seara/e16.htm	SEARA CIÊNCIA CENTRO QUÍMICA TABELA PERIÓDICA
	Nesta página da Seara da Ciência é apresentado um módulo com modelos moleculares. O visitante pode construir o seu próprio modelo de moléculas utilizando esferas de cores e diâmetros variados, representando os átomos, ligados entre si por finos cilindros. O nome deste módulo é "Construa sua molécula".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/modelosmoleculares	http://www.seara.ufc.br/seara/e8.htm	SEARA CIÊNCIA CENTRO QUÍMICA MODELOS MOLECULARES
	Nesta página da Seara da Ciência é apresentado um módulo que permite simular a constante interacção entre a atmosfera que envolve o nosso planeta e os seres vivos e suas actividades. O visitante, ao acionar os comandos de um painel de controlo, faz com que se acendam luzes indicando as moléculas envolvidas nos ciclos do nitrogénio, do oxigénio, da água, do carbono e da chuva ácida e, ao mesmo tempo, os locais onde ocorrem tais fenómenos. O nome deste módulo é "Universo químico em movimento".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.seara.ufc.br/seara/e10.htm	SEARA CIÊNCIA CENTRO QUÍMICA ATMOSFERA REACÇÕES
	Nesta página da Seara da Ciência é apresentado um módulo onde algumas substâncias químicas mudam de cor devido à alteração da temperatura. O visitante pode verificar essas alterações ao fazer variar a temperatura de 5° C a 70 °C. O nome deste módulo é "A temperatura muda e a cor da substância também".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/reaccoestermicas	http://www.seara.ufc.br/seara/e15.htm	SEARA CIÊNCIA CENTRO QUÍMICA REACÇÕES TEMPERATURA
Exploratorium	Nesta página do Exploratorium é apresentado um módulo que permite a observação de espectros de emissão de determinados gases. Os visitantes seleccionam um dos gases disponíveis e observam o espectro emitido. Este módulo chama-se "Spectra".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/espectros	http://www.exploratorium.edu/xref/exhibits/spectra.html	EXPLORATORIUM CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ESPECTROS GASES
	Nesta página do Exploratorium é apresentado um módulo sobre a teoria corpuscular da matéria. Os visitantes, através dos comandos do módulo, provocam variações da temperatura em réplicas de moléculas e, consequentemente, na agitação das moléculas. Este módulo chama-se "Molecular Buffeting - Model".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/modelosmoleculares	http://www.exploratorium.edu/xref/exhibits/molecular_buffeting_model.html	EXPLORATORIUM CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA MODELOS MOLECULARES

	Nesta página do Exploratorium é apresentado um módulo que permite aos visitantes produzir neveiro através da alteração da pressão e da temperatura numa câmara que contém água. Este módulo chama-se "Fog Chamber". Nesta página do Exploratorium é apresentado um módulo em que os visitantes, colocando as mãos em 2 eléctrodos, fazem a ligação de um circuito, podendo observar a passagem da corrente num medidor. Este módulo chama-se "Hand Battery".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecien/estadosfisicosdamateria	http://www.exploratorium.edu/xref/exhibits/fog_chamber.html	EXPLORATORIUM CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ESTADOS FÍSICOS MATÉRIA
Experimentarium	Nesta página do Experimentarium são apresentados diferentes módulos sobre bolas de sabão. Interagindo com os módulos, o visitante fica a conhecer o fenómeno da tensão superficial na água e como o detergente faz baixar a tensão superficial levando à formação de bolas de sabão de diferentes formas e tamanhos. Os módulos têm o nome de: "Soap Bubble Sculptures"; "Inside the Soap Bubble"; "Soap Wall"; "Bouncing Soap Bubble". Nesta página do Heureka são apresentados módulos de várias áreas. O módulo relacionado com a química denomina-se "Soap Bubble Station". Através deste módulo os visitantes podem criar bolas de sabão. Para isso têm que mover uma alavanca que permite puxar uma solução que forma uma película de sabão.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecien/tensaosuperficial	http://www.experimentarium.dk/uk/udstilling/saebehinder/	EXPLORATORIUM CENTRO CIÊNCIA ELECTROQUÍMICA
Heureka - The Finnish Science Centre	Nesta página do Heureka são apresentados módulos de várias áreas. O módulo relacionado com a química denomina-se "Soap Bubble Station". Através deste módulo os visitantes podem criar bolas de sabão. Para isso têm que mover uma alavanca que permite puxar uma solução que forma uma película de sabão.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecien/tensaosuperficial	http://martin.heureka.fi/exhibitions/lasten_heureka/asten_heureka_final_eng.swf	EXPERIMENTARIUM CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA TENSÃO SUPERFICIAL BOLAS SABÃO
Xperiment Huset	Nesta página do Xperiment Huset é apresentada um módulo em que os visitantes accionam um mecanismo que leva à formação de vapor de água que é projectado para o exterior do módulo na forma de anéis de fumo. Este módulo chama-se "Air gun".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecien/estadosfisicosdamateria	http://www.xperiment.se/store/airgun.htm	HEUREKA FINNISH SCIENCE CENTRE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA TENSÃO SUPERFICIAL BOLAS SABÃO
Danfoss Universe	Nesta página do Danfoss Universe é apresentada um módulo sobre cristais líquidos. Os visitantes ao tocarem numa superfície de cristais líquidos alteram as suas características. Este módulo chama-se "Liquid Crystals".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecien/materials	http://www.danfossuniverse.com/Start/Resources/Attractions/liquid_crystal_wall	XPERIMENT HUSET CENTRE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ESTADOS FÍSICOS MATÉRIA
Museu De Les Ciències-Príncipe Felipe	Nesta página são feitas referências a várias actividades laboratoriais de química que se podem realizar no Museu De Les Ciències Príncipe Felipe. As experiências estão relacionadas com a variação da pressão, baixas temperaturas e reacções químicas.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecien/quimicageral	http://www.cac.es/museo/ficha.php?id=3	DANFOSS UNIVERSE CENTRE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA CRISTAIS LÍQUIDOS TEMPERATURA
Cosmo Caixa Madrid	Esta página do CosmoCaixa de Madrid convida os visitantes a descobrir, através de módulos interactivos, algumas propriedades da matéria, tais como: espectros atómicos, reacções químicas, o quarto estado da matéria e diversos materiais. Esta exposição tem o nome de "La Matéria-El miracle de la vida".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecien/materia	http://portal1.lacaixa.es/Docs/Chan/99/2-99-10-10000014.html	MUSEU CIÊNCIAS PRÍNCIPE FELIPE MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA PRESSÃO TEMPERATURA REACÇÕES
OMSI	Esta página do OMSI apresenta diferentes actividades laboratoriais sobre os estados físicos da matéria e algumas das suas propriedades físicas. As actividades denominam-se: "All Mixed Up!"; "Fireworks"; "It's a Gas!"; "Just Charge It!"; "See the Light"; "Trading Places". Esta página do OMSI apresenta várias actividades laboratoriais sobre reacções químicas. As actividades denominam-se: "Chemical Reactions"; "Yes or No?"; "Concentrate"; "Forwards and Backwards"; "Hot and Cold"; "It's a Gas!"; "See the Light".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecien/estadosfisicosdamateria	http://www.omsi.edu/visit/chemistry/unit.cfm?UnitCurrenKey=1	COSMO CAIXA MADRID CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ESPECTROS ATÓMICOS REACÇÕES ESTADO MATÉRIA MATERIAIS
		ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdecien/reacoesquimicas	http://www.omsi.edu/visit/chemistry/unit.cfm?UnitCurrenKey=2	OMSI CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ESTADOS FÍSICOS MATÉRIA

	Esta página do OMSI apresenta diferentes actividades laboratoriais sobre bioquímica.As actividades denominam-se:"Dye Detective"; "Juice It!"; "Natural Buffers"; "Natural Indicators"; "Potato Power"; "See the Light"; "Starch Breakdown".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/bioquimica	http://www.omsieduvisitchemistryunitcfm?UnitCurrenKey=3	OMSI CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA BIOQUÍMICA
	Esta página do OMSI apresenta diferentes actividades laboratoriais sobre a química do meio ambiente.As actividades denominam-se:"Acid Rain"; "Burning Issues"; "Foam Peanuts"; "It's a Gas!"; "Rock Bottoms"; "See the Light".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicaambienta	http://www.omsieduvisitchemistryunitcfm?UnitCurrenKey=4	OMSI CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA AMBIENTE CHUVAS ÁCIDAS
	Esta página do OMSI apresenta diferentes actividades laboratoriais sobre processos químicos utilizados na indústria. As actividades denominam-se:"Electrolysis"; "Electroplating"; "Fireworks"; "Hot and Cold"; "Rocket Science"; "Shrinkers".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicaindustrial	http://www.omsieduvisitchemistryunitcfm?UnitCurrenKey=5	OMSI CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA INDÚSTRIA ELECTROLÍSE
	Esta página do OMSI apresenta várias actividades laboratoriais relacionadas como a química na produção e funcionamento de brinquedos.As actividades denominam-se:"Fireworks"; "First Impressions"; "Flubber"; "Magic Inks"; "See the Light"; "Yellow Submarine".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicadosbrinquedos	http://www.omsieduvisitchemistryunitcfm?UnitCurrenKey=6	OMSI CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA BRINQUEDOS PEGA-MONSTRO
	Esta página do OMSI apresenta diferentes actividades laboratoriais relacionadas com reacções químicas que acontecem em nossa casa no dia-a-dia. As actividades denominam-se:"As the Stomach Churns"; "Cleaning Up"; "Don't Be Blue"; "Kitchen Mystery"; "Tarnish"; "Vitamin C".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicaemcasa	http://www.omsieduvisitchemistryunitcfm?UnitCurrenKey=7	OMSI CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA REACÇÕES CASA
	Esta página do OMSI apresenta diferentes actividades laboratoriais relacionadas com a composição química dos alimentos. As actividades denominam-se:"Burning Calories"; "Potato Power"; "Starch Test"; "Vitamin C"; "What's in Milk?".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicadosalimentos	http://www.omsieduvisitchemistryunitcfm?UnitCurrenKey=8	OMSI CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA ALIMENTOS
	Esta página do OMSI apresenta diferentes actividades laboratoriais relacionadas com a química nos produtos do dia-a-dia. As actividades denominam-se: "Carbon Copy"; "First Impressions"; "Magic Inks"; "Making Paint"; "Paint or Dye"; "Resistance Is Useful".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicadiaadia	http://www.omsieduvisitchemistryunitcfm?UnitCurrenKey=9	OMSI CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA PRODUTOS DIA-A-DIA
	Esta página do OMSI apresenta diferentes actividades laboratoriais relacionadas com a química na arte, nomeadamente na síntese de materiais usados pelos artistas e na criação de novos efeitos visuais. As actividades denominam-se: "Cleaning Up"; "Don't Be Blue"; "Flubber"; "Light and Dark"; "Making Waves".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicanarte	http://www.omsieduvisitchemistryunitcfm?UnitCurrenKey=10	OMSI CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA MATERIAS PINTURAS
Deutsches Museum	Nesta página do Deutsches Museum são apresentados vários módulos de diferentes áreas da química que os visitantes podem experimentar. Os módulos são sobre os átomos e as moléculas, a matéria, reacções químicas, análise e síntese de moléculas e bioquímica.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.deutschesmuseum.de/ausstelldauer/chemie/e_chem1.htm	DEUTSCHES MUSEUM MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA ÁTOMOS MOLÉCULAS REACÇÕES MATÉRIA BIOQUÍMICA
Great Lakes Science Center	Nesta página do Great Lakes Science Center são apresentadas actividades realizadas num espaço tipo bar em que os visitantes são convidados a escolher de um menu uma experiência de química. O nome da actividade é "Materials Bar".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.greatscience.com/visit/exhibits.php?id=5	GREAT LAKES SCIENCE CENTER CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA MATÉRIA

Science Museum of Virginia	Nesta página do Science Museum of Virginia são descritas várias actividades de química à disposição dos visitantes. Essas actividades estão relacionadas, por exemplo, com testes ácido-base, constituintes de uma mistura e construção de moléculas. O nome da actividade é "Matter and Molecules".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.smv.org/Exhibits/MatterNMolecules.html	SCIENCE MUSEUM VIRGINIA CENTER MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA MATÉRIA ÁCIDO-BASE MISTURAS MOLÉCULAS
National Plastics Center and Museum	Nesta página do National Plastics Center são dadas a conhecer as experiências relacionadas com polímeros. Os visitantes podem realizar experiências laboratoriais para avaliar a natureza dos bioplásticos, para distinguir monómeros e polímeros, sintetizar diferentes plásticos e produzir alguns materiais plásticos usando técnicas diferentes. É também apresentada outra actividade que os visitantes podem realizar que é a construção de modelos moleculares de três produtos de plásticos: estes modelos permitem comparar propriedades físicas e fazer brinquedos do mesmo material.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/polimeros	http://www.plasticscenter.org/e-ed-programs.php	NATIONAL PLASTICS CENTER MUSEUM MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA MONÓMEROS POLÍMEROS PLÁSTICOS
Museum of Science and Industry	Nesta página do Museum of Science and Industry é apresentada uma zona do museu dedicada ao petróleo. Os visitantes ficam a conhecer de uma forma interactiva tudo o que diz respeito ao petróleo, desde a sua extracção até aos produtos finais. As reacções químicas relacionadas com o petróleo e os seus derivados, as moléculas e todos os processos industriais são também temas de módulos interactivos desta zona.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/hidrocarbonetos	http://www.msichicago.org/exhibit/petroleum/index.html	MUSEUM SCIENCE INDUSTRY MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA HIDROCARBONETOS PETRÓLEO
Nagoya City Science Museum	Esta página apresenta uma sala deste centro composta por vários módulos relacionados com as propriedades das substâncias e sobre novos materiais. Os visitantes podem interagir com módulos como, por exemplo, a Tabela Periódica ou observar "ao vivo" a destilação do petróleo.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/materials	http://www.ncsm.city.nagoya.jp/rel/english/exhibits/S/2400.html	NAGOYA CITY SCIENCE MUSEUM MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA SUBSTÂNCIAS MATERIAIS TABELA PERIÓDICA
Impression 5 Science Museum	Nesta página do Impression 5 Science Museum é apresentada uma área do museu constituída por módulos onde os visitantes podem fazer bolas de sabão. A área denomina-se "Bubble Room".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/tensaosuperficial	http://www.impression5.org/bubbleroom.htm	IMPRESSION 5 SCIENCE MUSEUM MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA TENSÃO SUPERFICIAL BOLAS SABÃO
	Nesta página do Impression 5 Science Museum é apresentada uma área do museu constituída por diferentes módulos relacionados com a química. Os visitantes podem construir modelos moleculares e interagir com a Tabela Periódica. Nessa área existe também um laboratório onde os visitantes podem realizar experiências, sendo a mais popular a síntese de um polímero (Slime) que permite fazer um saco. A área denomina-se "Connecting With Chemistry".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.impression5.org/connectchem.htm	IMPRESSION 5 SCIENCE MUSEUM MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA TABELA PERIÓDICA MODELOS MOLÉCULARES SÍNTESE POLÍMEROS
Headwaters Science Center	Nesta página do Headwaters Science Center são apresentados vários módulos relacionados com várias áreas da ciência. A química é abordada num módulo que permite aos visitantes fazer bolas de sabão dando a conhecer, desta forma, o conceito de tensão superficial. Este módulo denomina-se "Bubble Wall".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/tensaosuperficial	http://www.hscbemidji.org/exhibits2.htm	HEADWATERS SCIENCE CENTER CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA TENSÃO SUPERFICIAL BOLAS SABÃO

	Nesta página do Headwaters Science Center são apresentadas várias demonstrações relacionadas com várias áreas da ciência. Sobre a química existem duas demonstrações: numa é realizada uma combustão, em que há libertação de chamas, servindo de exemplo para ilustrar as propriedades de uma reacção química; a outra aborda as propriedades dos materiais a diferentes temperaturas usando, para tal, o azoto líquido.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.hscbemidji.org/demo.htm	HEADWATERS SCIENCE CENTER CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA REACÇÕES COMBUSTÃO TEMPERATURA AZOTO
Gateway to Science	Nesta página do Gateway to Science é apresentado um módulo relacionado com a investigação criminal (ciência forense). Uma das actividades que os visitantes podem realizar é uma cromatografia de amostras de tinta para relacionar os resultados com a cena do crime. O nome deste módulo é "Science of Mystery".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/tecnicadeseparacaodemisturas	http://www.highprairiecomplex.com/gateway/default.asp?ID=356	GATEWAY SCIENCE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA INVESTIGAÇÃO CRIMINAL CROMATOGRAFIA
SEE Science Center	Nesta página do SEE Science Center é feita referência a um laboratório onde os visitantes podem realizar experiências de química com o auxílio de monitores. São feitas experiências que permitem: reconhecer uma reacção química; analisar os factores de que depende uma reacção química; concluir que a matéria é composta por partículas muito pequenas; relacionar as reacções químicas com os fenómenos do dia-a-dia; realizar reacções químicas endotérmicas e exotérmicas; realizar uma reacção química que emita luz; sintetizar polímeros e descobrir as suas propriedades. O nome desta zona é "Chem Lab!".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.see-sciencecenter.org/Exhibits/ChemLab.html	SEE SCIENCE CENTER CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA REACÇÕES MATÉRIA TEMPERATURA POLÍMEROS
Science Works Hands-On Museum	Nesta página do Science Works Hands-On Museum é feita referência a várias demonstrações que podem ser realizadas pelos visitantes. As demonstrações de química são sobre: os três estados físicos da matéria (usando o azoto líquido); as características das reacções químicas, (como exemplo é feita uma combustão e é dado destaque às regras de segurança que essa reacção implica); a tensão superficial da água (utilizando bolas de sabão)	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.scienceworks-museum.org/content/view/80/131/	SCIENCE WORKS HANDS-ON MUSEUM MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA REACÇÕES MATÉRIA TEMPERATURA TENSÃO SUPERFICIAL
Discovery World at Pier Wisconsin	Nesta página do Discovery World at Pier Wisconsin são apresentadas actividades realizadas em laboratórios relacionadas com diferentes áreas da ciência. São feitas diversas actividades sobre química: uma das actividades é sobre a tensão superficial na água; outra é sobre a molécula de água, nomeadamente as ligações na molécula da água, na evaporação, na condensação, e no solubilidade do hidrogénio. Noutro dos laboratórios realizam-se actividades sobre o pH.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.discoveryworld.org/labs.html	DISCOVERY WORLD PIER WISCONSIN CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA TENSÃO SUPERFICIAL PH
China Science & Technology Museum	Nesta página do China Science & Technology Museum é apresentado um módulo sobre a Tabela Periódica. Para além de fotografias de cada elemento (na respectiva posição), os visitantes ficam também a conhecer as propriedades dos vários elementos através da interacção com um cartoon multi-média.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/tabelaperiodica	http://www.cstm.org.cn/conten_pages/permanent_con/modern/floor1_con/material/ma_03.html	CHINA SCIENCE TECHNOLOGY MUSEUM MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA TABELA PERIÓDICA
	Nesta página do China Science & Technology Museum é apresentado um módulo que é uma tela colorida. Os visitantes ao tocarem com o corpo na tela alteraram a temperatura a que esta se encontra, provocando a mudança da sua cor.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/materials	http://www.cstm.org.cn/conten_pages/permanent_con/modern/floor1_con/material/ma_11.html	CHINA SCIENCE TECHNOLOGY MUSEUM MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA MATERIAIS TEMPERATURA

National Museum of Emerging Science & Innovation (Miraikan)	Nesta página do National Museum of Emerging Science & Innovation (Miraikan) são apresentados três laboratórios onde os visitantes podem realizar diferentes experiências. No laboratório1 realizam-se experiências de química, como por exemplo a centrifugação de precipitados ou a formação de cristais.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.miraikan.jst.go.jp/e/exhibition/c_laboratory.html	NATIONAL MUSEUM EMERGING SCIENCE INNOVATION MIRAikan MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA PRECIPITADOS CRISTAIS
Arizona Science Center	Nesta página do Arizona Science Center é feita referência a várias demonstrações nas quais os visitantes também participam. As demonstrações de química são sobre: os três estados físicos da matéria (usado o azoto líquido); as características de reações químicas (como exemplo é feita uma combustão).	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.azscience.org/basic_field_trip.php	ARIZONA SCIENCE CENTER CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA REACÇÕES COMBUSTÃO MATÉRIA ESTADOS FÍSICOS
Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología	Através deste magnífico site do Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología tem-se acesso aos módulos e experiências que os visitantes podem explorar no museu. Os módulos estão divididos por diferentes áreas da ciência e por níveis de ensino.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.museoelder.org/	MUSEO ELDER CIENCIA TECNOLOGIA MUSEU CIÊNCIA QUÍMICA
Catalyst- Science Discovery Centre	O site do Catalyst- Science Discovery Centre permite dar a conhecer um Centro de Ciência completamente dedicado à química.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.catalyst.org.uk/visit/visscien.htm	CATALYST SCIENCE DISCOVERY CENTRE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA
Exploratory	Nesta página do Exploratory são apresentados vários módulos de química que os visitantes podem experimentar. Os visitantes podem: fazer bolas de sabão; descobrir as propriedades do mercúrio e os efeitos do aumento da temperatura no iodo e no iodo de mercúrio (II); aquecer com a chama do bico de bunsen diferentes soluções de sais e observar as cores características da chama; comparar as correntes elétricas produzidas quando tocam com as mãos em diferentes combinações de placas de metais; fazer uma cromatografia em papel de uma mistura de substâncias coloridas; fazer modelos moleculares e usar um computador para encontrar o produto químico correspondente ao modelo molecular; interagir com um computador com informações sobre os elementos da tabela periódica; usar um contador de Geiger para medir a radioactividade de materiais comuns; identificar gases através das cores do seu espectro;	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.exploratory.org.uk/exhibits/chemistry.htm	EXPLORATORY CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA REACÇÕES MATÉRIA TEMPERATURA TENSÃO SUPERFICIAL TABELA PERIÓDICA
Glasgow Science Center	Nesta página do Glasgow Science Centre é apresentado um espectáculo onde os visitantes podem assistir à realização de experiências químicas relacionadas com os efeitos do dióxido de carbono, do azoto líquido e do combustível hidrogénio.	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/quimicageral	http://www.glasgowsciencecentre.org/itsagas.aspx	GLASGOW SCIENCE CENTRE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA REACÇÕES DIÓXIDO CARBONO AZOTO HIDROGÉNIO
	Nesta página do Glasgow Science Centre é feita referência a uma sessão de laboratório em que é sintetizado um polímero, um "pega-monstro".	ensino/experienciasdequimicaemMuseusinteractivosdeciencia/polimeros	http://www.glasgowsciencecentre.org/slimetime.aspx	GLASGOW SCIENCE CENTRE CENTRO CIÊNCIA QUÍMICA REACÇÕES POLÍMERO PEGA-MONSTRO