

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

ANIELI PIANHERI

**PRODUÇÃO E ANÁLISE DE MÍDIAS SOBRE O TEMA
“AQUECIMENTO GLOBAL”
PARA A DIVULGAÇÃO E O ENSINO DE QUÍMICA**

SÃO CARLOS - SP

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

PRODUÇÃO E ANÁLISE DE MÍDIAS SOBRE O TEMA
“AQUECIMENTO GLOBAL”
PARA A DIVULGAÇÃO E O ENSINO DE QUÍMICA

ANIELI PIANHERI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE PROFISSIONAL EM QUÍMICA, área de concentração: ENSINO DE QUÍMICA.

Orientadora: Profa. Dra. Vânia Gomes Zuin

SÃO CARLOS – SP
2013

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

P581pa

Pianheri, Anieli.

Produção e análise de mídias sobre o tema "aquecimento global" para a divulgação e o ensino de química / Anieli Pianheri. -- São Carlos : UFSCar, 2013.

85 f.

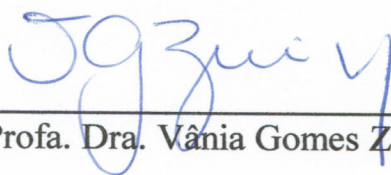
Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2013.

1. Química - estudo e ensino. 2. Divulgação científica. 3. Centro de ciências. 4. Aquecimento global. I. Título.

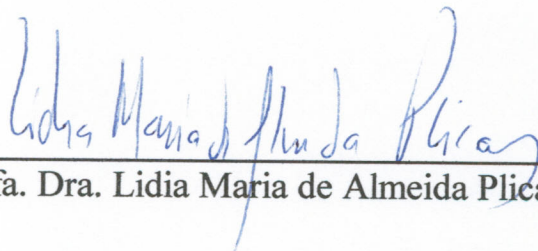
CDD: 540.7 (20^a)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Departamento de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
Mestrado Profissional

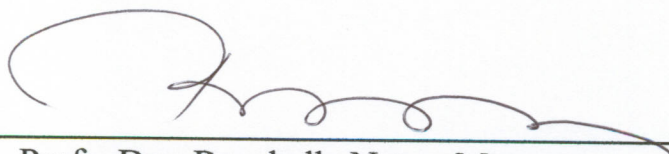
Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a defesa de dissertação de Mestrado Profissional da candidata Anieli Pianheri, realizada em 08 de novembro de 2013:



Prof. Dra. Vânia Gomes Zuin



Prof. Dra. Lidia Maria de Almeida Plicas



Prof. Dra. Rosebelly Nunes Marques

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por realizar grandes conquistas na minha vida, me conduzindo sempre para o melhor caminho.

Aos meus pais Adalto e Silvia pela paciência e compreensão quando eu precisava redigir a dissertação, além do exemplo de vida demonstrado sempre para com a perseverança e busca de conquistas.

Aos meus irmãos e familiares pelo apoio nesta caminhada.

Ao Flávio pelo ombro e ouvido nas muitas vezes que eu precisei de consolo, além do apoio nos momentos difíceis durante esses anos.

A minha orientadora Vânia pelas várias horas dedicadas a me ajudar em busca da melhor forma de trabalhar o projeto, além de profissional super competente e grande amiga.

As minhas eternas amigas Dorai e Karla pela grande demonstração de fraternidade.

Aos colegas do GPQV que contribuíram para com as discussões.

Ao CIECC pelo apoio financeiro e pelo entusiasmo na realização da pesquisa.

Ao Alexandre pelo imenso esforço dedicado à elaboração do projeto.

A banca julgadora que, com muito carinho, trabalharam para me ajudar a melhorar a dissertação.

Ao PPGQ e a UFSCar que me propiciou a oportunidade de realizar este sonho.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Alfabetização Científica
AG – Aquecimento Global
APUD – Citado por
CBE – Computer Based Learning
CICC – Centro Integrado de Ciência e Cultura
CIECC – Centro Integrado de Educação, Ciência e Cultura
COP – Conferência das Partes
CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
EM – Ensino Médio
EMC – Ensino por Mudança Conceitual
EPD – Ensino por Descoberta
EPP – Ensino Por Pesquisa
EPT – Ensino por Transmissão
EUA – Estados Unidos da América
FAPERP – Fundação de Amparo à Pesquisa de São José do Rio Preto
GEO – representa a coleção de livros desenvolvidos pelo PNUMA
GRDH – Gabinete do Relatório do Desenvolvimento Humano
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
INPE – Instituto Nacional em Pesquisa de Educação
MEC – Ministério da Educação
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RDH – Relatório de Desenvolvimento Humano
SEADE – Sistema Estadual de Análise de Dados
SIS – Sistema de Indicadores Sociais
UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1.1	Histórico dos principais eventos internacionais sobre o clima	12
FIGURA 1.2	Temperatura média da Terra no período de 1900 -2008	14
FIGURA 1.3	Taxa de abandono escolar por nível de ensino, segundo alguns países do MERCOSUL	19
FIGURA 5.1	Visualização página inicial do software	42
FIGURA 5.2	Visualização de uma das imagens do software	44
FIGURA 5.3	Visualização da interação do software com a Estação Ciência USP	45
FIGURA 5.4	Visualização do jogo da memória	46
FIGURA 5.5	Visualização das diferentes faces de um mesmo cubo	47
FIGURA 5.6	Visão completa do Jogo de Moléculas: bolinhas coloridas, fichas e conectivos	48
FIGURA 5.7	Imagem da estrutura do Benzeno	48
FIGURA 5.8	Imagem da molécula montada e sua respectiva ficha	48
FIGURA 5.9	Foto da exposição com as visitas guiadas	51
FIGURA 5.10	Conceitos Químicos identificados na exposição pelos alunos	53
FIGURA 5.11	Conceitos Químicos identificados na exposição pelos visitantes	53
FIGURA 5.12	Exposições sobre o corpo humano ao fundo da foto interagindo com a mostra “A Química do Aquecimento Global”	61
FIGURA 5.13	Alunos de 6. ano interagindo com a exposição	62
FIGURA 5.14	Estudantes da ETEC “vibrando” no Jogo da Memória	64
FIGURA 5.15	Estudante interagindo com o software	64
FIGURA 5.16	Estudantes interagindo com o software	65

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1	Opiniões públicas sobre as alterações climáticas de acordo com regiões	15
TABELA 5.1	Avaliação da resposta dos alunos para a 5ª pergunta	54
TABELA 5.2	Avaliação da resposta dos visitantes para a 5ª pergunta	54

RESUMO

O aprendizado de conceitos científicos, associados a temas relevantes e atuais, proporciona maior interesse e entendimento destes por parte do indivíduo, principalmente pelos estudantes que associam o conhecimento adquirido ao conteúdo programático escolar. Assim, o desenvolvimento de materiais didático-pedagógicos associados aos conceitos químicos, estudados nas estruturas curriculares obrigatórias do ensino médio para a divulgação científica, dispostos em diferentes mídias, como vídeos, simulações, imagens e jogos, faz-se de grande importância, principalmente em locais voltados à educação não formal e informal, com vistas a atingir um grande número de estudantes e visitantes de Centros de Divulgação de Ciências. Nesse sentido, foram desenvolvidos e avaliados materiais didático-pedagógicos de conteúdos químicos, voltados às mudanças climáticas, nas dependências do Complexo Integrado de Educação, Ciência e Cultura (CIECC) de São José do Rio Preto (SP), utilizando a metodologia qualitativa de pesquisa. As mídias produzidas possuem caráter lúdico e interativo/educativo, por meio das quais os visitantes (especialmente os estudantes da rede pública e particular da Educação Básica) puderam refletir sobre as atividades antrópicas e a sua contribuição, ou não, para o processo de aquecimento do planeta, bem como conhecer/discutir o papel da Química nessa problemática, além de aprender conceitos químicos utilizando referências, como as mídias virtuais. Os resultados obtidos frente à abordagem dos conceitos relacionados ao aquecimento global expressaram o interesse por parte dos visitantes e dos alunos, que afirmaram a adequação da proposta para a promoção da alfabetização científica.

Palavras-chave: Divulgação Científica, Centro de Ciências, Ensino de Química, Aquecimento Global.

ABSTRACT

The scientific concepts learning process associated to currently and relevant themes provides a better understanding by the individual, and especially by the students whose knowledge is associated to school program. Therefore, the pedagogical role development associated to high school chemical structures studies in school curriculum for science popularization in different kinds of media such as video, simulations, images and games becomes very important especially in places focusing non-formal and informal education, considering a large number of students and visitors of the science centers. In this sense, were developed and evaluated didactic-pedagogical chemical contents towards climate change into Complexo Integrado de Educação, Ciência e Cultura (CIECC) of São José do Rio Preto (SP), using qualitative research methodology. The medias produced fun shows and interactive / educational issue, through which visitors (especially students from public and private basic education) can reflect on human activities and their contributions as well as to know and discuss the role paper of chemistry in this issue, in addition to learning chemistry concepts using references such as virtual medias. The results obtained related to global warming concepts showed the student and visitor's interests who claimed to be a properly way to promote scientific literacy.

Key Words: Science Popularization, Science Center, Chemistry Education, Global Warming.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	11
CAPÍTULO 1	
1.1. A temática do Aquecimento Global.....	12
1.1.1. A Sociedade e o Desenvolvimento Tecnológico.....	16
1.2. Considerações sobre a Educação Científica no Brasil.....	18
1.2.1. Panorama geral da Educação Química no Brasil.....	20
CAPÍTULO 2	
2.1. Estratégias contemporâneas para a Educação Científica.....	23
2.2. A Relevância dos Museus e Centros de Ciências	26
2.3. A Inserção do Movimento CTSA em Centros de Ciências.....	31
2.3.1. O Computador como Ferramenta na Educação Não Formal.....	33
2.4. Complexo Integrado de Educação, Ciência e Cultura:CIECC	35
CAPÍTULO 3	
3.1. Objetivos.....	38
CAPÍTULO 4	
4.1. Descrição da pesquisa.....	39
4.2. Metodologia de coleta e análise dos resultados.....	40
CAPÍTULO 5	
5.1. Produção do material didático.....	42
5.1.1. Ambiente Virtual.....	42
5.1.2. Jogo da Memória.....	45
5.1.3. Jogo das Moléculas.....	47
5.2. Análise da aplicação do material didático no CIECC.....	50
CAPÍTULO 6	
6.1. Considerações Finais.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS.....	73

APRESENTAÇÃO

Sou formada em Química Ambiental pela Universidade Estadual Paulista desde 2007. Desenvolvo, desde 2008, atividades relacionadas com divulgação científica e metodologias que compreendem a educação não formal e informal no Centro Integrado de Educação, Ciência e Cultura, localizado em São José do Rio Preto/SP, tais como exposições, mostras científicas, cursos, palestras, teatro/shows, experimentos e workshops voltados à Química, Ensino de Química e Meio Ambiente. Desde 2008, desenvolvi muitas exposições que apresentaram prestígio, tanto dentro da comunidade acadêmica quanto na comunidade de um modo geral. Alguns exemplos são: a Exposição “Biografia de Marie Curie”, elaborada em homenagem ao Ano Internacional da Química, a qual teve muitos agendamentos para visitação pelas escolas e foi convidada a ser apresentada em um Encontro de Professores promovido pela Unicamp, além de chamar a atenção dos administradores da Usina Nuclear de Angra dos Reis/RJ, os quais solicitaram a reprodução da exposição para utilizar em suas dependências; o Show da Química de 2012, que enfoca a Química dentro da Gastronomia Molecular, o qual resultou em workshop para a comunidade da área gastronômica da região de São José do Rio Preto, apresentação no Encontro da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e várias mídias espontâneas como Jornais e TV, e, também resultou no desenvolvimento de alguns pratos em um estabelecimento alimentício da cidade.

Ao considerar o gosto pela criação e elaboração de mostras que compreendem a divulgação científica trabalhada em museus e centros de ciências e a formação acadêmica voltada à área ambiental como um estímulo frente aos recentes e preocupantes acontecimentos ambientais, e ao relacionar as alternativas economicamente viáveis para o desenvolvimento de mostras e o rumo tecnológico que a sociedade está desenvolvendo, a proposta tem como principal objetivo desenvolver um ambiente físico com características tecnológicas para atender as necessidades de aprendizado de conceitos químico, utilizando temas ambientais atuais que também expressam uma importante ferramenta de aprendizagem.

Nas páginas seguintes, o leitor terá uma descrição da importância e objetivos desta pesquisa, utilizando alguns referenciais importantes das diversas áreas tratadas neste estudo e o desenvolvimento do trabalho, bem como o resultado da produção do material e análise do mesmo.

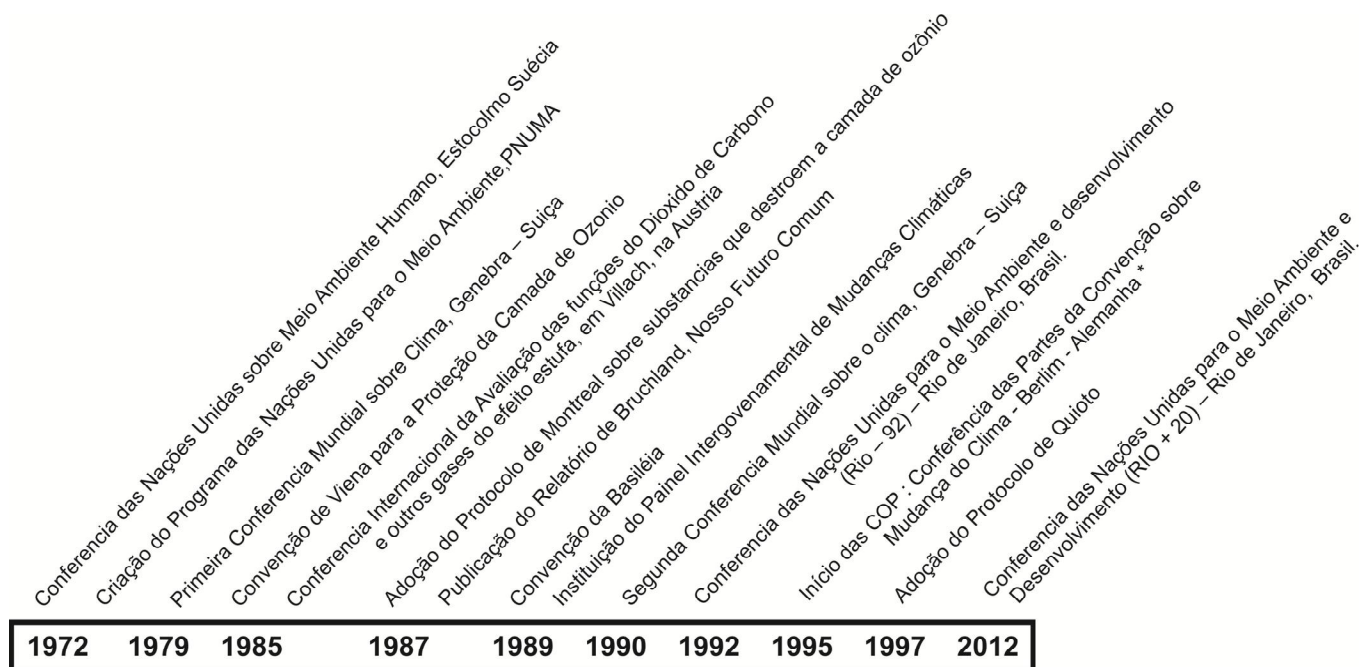
CAPÍTULO 1

1.1. A temática do Aquecimento Global

Nas últimas décadas, frequentes reuniões e acordos mundiais sobre o Aquecimento Global estão fazendo parte das agendas nacionais de praticamente todos os países.

O início marcante dessa manifestação aconteceu em Estocolmo (Suécia), em 1972, onde foram discutidos, pela primeira vez em ordem mundial, os problemas relacionados ao meio ambiente (PNUMA - GEO 3, 2002). Daí por diante, muitas Conferências e acordos relacionados ao meio ambiente aconteceram. Os principais acordos voltados ao clima estão listados na Figura 1.1.

FIGURA 1.1 - Histórico dos principais eventos internacionais sobre o clima.



* A partir de 1995, todos os anos acontecem as COPs, sendo a última realizada em dezembro/2012 em Doha, Catar.

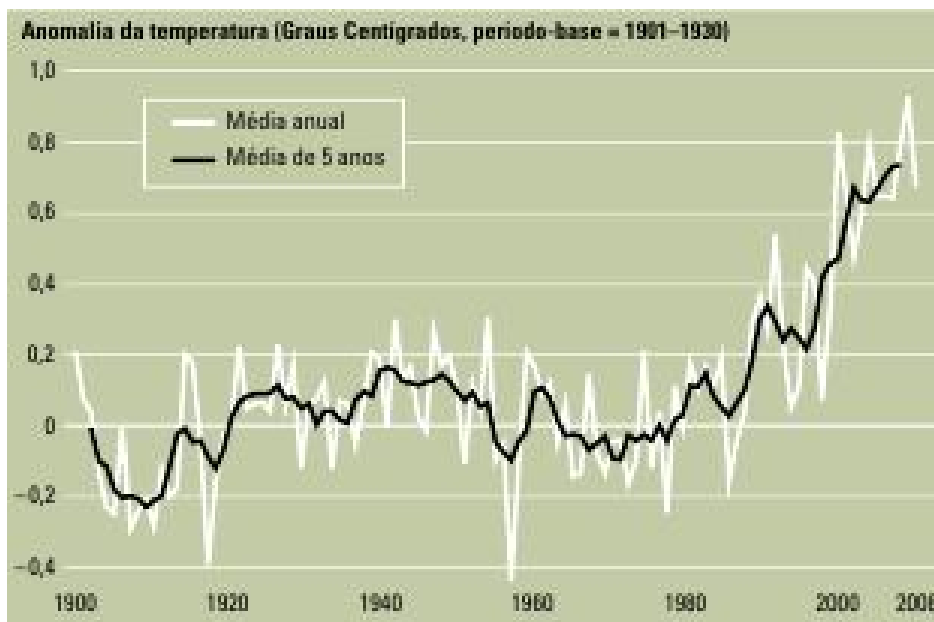
Fonte: Adaptado de PNUMA, 2002.

Com todas essas reuniões, fica evidente que o planeta enfrenta alguns desafios, o que, de certa forma, se traduz em uma problemática. Ou seja, trata-se de uma condição de vida que exige uma mudança em busca de alternativas, tais como o desenvolvimento de metodologias sociais para a participação democrática em situações de decisão; revisão dos padrões de consumo; desenvolvimento científico e tecnológico que considerem esse desafio, dentre outros, pois é possível que a questão do aquecimento global possa ser fruto dos modelos de desenvolvimentos adotados, de maneira mais premente após a Revolução Industrial. Além disso, o aumento da população mundial e das cidades também pode ser considerado apenas como um fenômeno cronológico, tal como já ocorreu na história climática do Planeta, conhecida como a mini-era do Gelo (MOBERG, 2005).

Conhecer as causas do Aquecimento Global faz-se de grande importância, assim como as consequências, pois, mesmo a considerar apenas um efeito cronológico, tais causas podem influenciar de maneira significativa o estilo e rota de nossas vidas.

De acordo com o Relatório do Desenvolvimento Humano, organizado pelo PNUD (2011), a temperatura média da Terra teve uma elevação de 0,75% em relação ao século XX, como pode ser observado na Figura 1.2.

FIGURA 1.2 – Temperatura média da Terra no período de 1900-2008.



Nota: a variação na temperatura média global é calculada usando as temperaturas médias de 173 países, ponderadas pela população média, no período 1950—2008.

Fonte: cálculos do GRDH baseados nos dados sobre temperatura e precipitação do Departamento de Geografia da Universidade de Delaware (disponível em: <<http://hdr.undp.org>>, acesso em dez/2012).

É notável que o número de desastres naturais, como secas, tempestades e inundações, tenham aumentado na última década¹. Embora a associação desses desastres não possa ser atribuída, em sua origem, às alterações climáticas, muitos pesquisadores relacionam o Aquecimento Global ao aumento desses eventos climáticos e prevê uma incidência crescente de desastres naturais para o final deste século (WHEELER, 2011; KNUTSON et al., 2010).

Como a problemática do Aquecimento Global vem se tornando cada vez mais intensa, ações mitigadoras, tais como a criação de tratados, se tornou cada vez mais imprescindível (CONTI, 2005). Dentro desse contexto, o Protocolo de Quioto, lançado em 1997 durante a Conferência da Convenção do Clima que aconteceu em Quioto, procurou restringir, entre outras medidas preventivas, a emissão de gases por países mais industrializados em 5,2% até 2012 (tendo como base os níveis de 1990) (CONTI, 2005).

¹Dados observados no Anexo A; um aumento relativo de desastres naturais desde 1900.

Apesar de constantes publicações (WHEELER, 2011; KNUTSON et al., 2010) referentes às alterações climáticas e aos crescentes indícios, por todo o mundo, dos efeitos desse aquecimento, o entendimento público, sobre o tema, parece limitado. Segundo a Sondagem Mundial da Gallup², da qual foi produzido um documento de pesquisa (resultados apresentados em Tabela 1.1) em cerca de 150 países desde 2007, “menos de dois terços das pessoas de todo o mundo ouviram falar de alterações climáticas.” (PNUD, 2011, p.35) e muitos não sabem exatamente o que significam e quais os seus efeitos. Esse fato é associado ao nível de desenvolvimento da população, uma vez que em locais que apresentavam IDH muito elevado, 92% das pessoas pesquisadas indicavam algum tipo de conhecimento a respeito do tema, enquanto que, em países com IDH médio, 52% do mesmo índice foram encontrados e, em países com IDH baixo, apenas 40%.

TABELA 1.1 - Opiniões públicas sobre as alterações climáticas de acordo com regiões (em percentagem).

Grupo de países	Consciência das alterações climáticas (n= 147)	As alterações climáticas são uma ameaça grave (n=135)	A atividade humana causa alterações climáticas (n=145)
<i>Regiões</i>			
Estados Árabes	42,1	28,7	30,0
Ásia Oriental e Pacífico	62,6	27,7	48,3
Europa e Ásia Central	77,7	48,2	55,0
América Latina	76,5	72,7	64,8
Ásia do Sul	38,0	31,3	26,9
África Subsariana	43,4	35,5	30,6
<i>Grupos do IDH</i>			
Muito Elevado	91,7	60,2	65,3
Elevado	76,1	61,2	60,7
Médio	51,6	29,3	38,8
Baixo	40,2	32,8	26,7
Mundo	60,0	39,7	44,5

Nota: os dados são médias ponderadas pela população e referem-se ao ano mais recente disponível desde 2007. Para pormenores sobre o método e a amostragem da Gallup, consultar <https://worldview.gallup.com/content/methodology.aspx>.

Fonte: Adaptado de: cálculos do GRDH baseados em dados da Sondagem Mundial da Gallup (www.gallup.com/se/126848/worldview.aspx).

²Organização Corporativa que auxilia setores públicos e privados com pesquisas globais. (www.gallup.com/se/126848/worldview.aspx).

Frente aos dados alarmantes apresentados, há a necessidade da criação de novas políticas informativas, como proposto por Jacobi (2003, p.203), já que “o momento atual exige que a sociedade esteja mais motivada e mobilizada para assumir um caráter mais propositivo, assim como para poder questionar, de forma concreta, a falta de iniciativa dos governos para implementar políticas.”

Uma abordagem um pouco mais social seria: como as pessoas estão lidando com esta questão ambiental? Será que elas estão preparadas e compreendem o mundo que vivem? Estas pessoas estão aptas a participar das discussões que envolvam a dimensão ambiental em nossa sociedade?

1.1.1. A Sociedade e o Desenvolvimento Tecnológico

O desenvolvimento da sociedade é um fenômeno histórico: diz respeito às manifestações históricas presentes na consciência de um sujeito, as quais são objeto de sua percepção³.

Deleuze e Guattari (1995) avaliaram que uma nova organização da sociedade tem se formado frente ao desenvolvimento tecnológico das últimas décadas.

As tecnologias da comunicação e da informação e a velocidade com que se projetam no cenário mundial tornaram-se um dos principais fatores de influência na dinâmica cultural, econômica e política das sociedades. (MELLO, 2009, p.15).

Em seu trabalho, Hurd (1998) destaca a necessidade do indivíduo ser alfabetizado cientificamente para participar “sempre” do desenvolvimento da sociedade, evidenciando a formação de cidadãos críticos.

Em 1959, ocorreu um dos primeiros grandes avanços para a alfabetização científica quando o presidente dos EUA na ocasião, Dwight Eisenhower, montou um comitê nacional para desenvolver um planejamento de como utilizar o conhecimento científico para “avançar na vida social e cultural” (President’s Science Advisory Committee⁴ citado por Hurd 1998, p.408). Nessa busca, o comitê declarou a necessidade da “cidadania democrática inteligente” (p.408), utilizando a ciência em

³Adaptado de www.conceito.de

⁴President’s Science Advisory Committee. **Education for the age of science**. Washington, DC: The White House, 1959.

muitas decisões nacionais, além de orientar a ciência e a tecnologia na vida moderna. Isso tudo representou o primeiro passo rumo a “dimensão cívica” da alfabetização científica (p.408).

Sasseron e Carvalho (2011) também destacam a relevância dos aspectos sociais da ciência e da tecnologia para a formação do indivíduo e da sociedade e mencionam o trabalho produzido por Gerard (1994)⁵ sobre a relevância da alfabetização científica e tecnológica e argumentam que ela é necessária como fator de inserção dos cidadãos na sociedade atual (p.64), comparando a necessidade de alfabetização nos dias atuais com a importância deste processo no século XIX para aquela sociedade que constituiu base importante para a formação civil desta geração atual.

A importância da alfabetização científica para Laugksch (2000) é estabelecida em dois subgrupos, sendo o primeiro intitulado “micro visão”, e que está relacionado com os benefícios diretos que a Alfabetização científica poderá trazer para cada indivíduo em particular. Já o segundo subgrupo evidencia os benefícios que ela poderá trazer para a sociedade como um todo e é denominado como “macro visão”.

A alfabetização deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.61).

O entendimento e a preocupação com os aspectos relacionados à natureza da ciência e ao uso dos processos científicos são entendidos como suportes para tomada de decisões e promoção de uma melhor compreensão do universo (PENHA, 2012, p.13).

Por um processo natural e cultural, a alfabetização científica (AC) é feita majoritariamente nas escolas e é nesse momento, principalmente, que se encontram as dificuldades de abordagem.

(...) na escola, somente o resultado dos trabalhos de cientistas é apresentado aos alunos e a aplicação desses conhecimentos acaba não sendo abordada, o que torna a compreensão das ciências mais difícil (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.62).

⁵FOUREZ G. *Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences.* Bruxelles : De Boeck-Université, 1994. 220p.

Como evidenciado por Sasseron e Carvalho (2011), apesar da natureza da escola representar o papel de alfabetizador científico, o currículo educacional estabelecido pautado em conteúdo necessário para atingir a formação escolar, combinados com muitos outros fatores - como falta de profissionais habilitados, de recursos nas escolas, profissionais desestimulados, carência de informação familiar, evasão escolar, entre outros - contribuem negativamente para a AC real, ou seja, aquela em que o aluno/ cidadão é capaz de construir um pensamento lógico e se tornar um crítico na sociedade.

Laugksch (2000) expõe o trabalho desenvolvido por Hazen e Trefil (1991)⁶ que estabelece uma distinção entre “fazer ciência” e “usar ciência”. Esses autores propõem que não é necessário que a população em geral saiba fazer pesquisa científica, mas deve saber como os novos conhecimentos produzidos pelos cientistas podem trazer avanços e consequências para sua vida e sociedade. Além de expor a construção do pensamento acerca da ciência.

1.2. Considerações sobre a Educação Científica no Brasil

O Brasil tem uma população de aproximadamente 193.946.886 habitantes, segundo dados da contagem realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), sendo 3.191.087 habitantes a mais que em 2010 e 24.147.716 habitantes a mais que em 2000 (IBGE, 2012).

Com o aumento exponencial da população brasileira, aumenta a preocupação com a saúde, o saneamento básico, o desenvolvimento socioeconômico, a geração de empregos e a educação, que são características essenciais para a melhora da qualidade de vida, sendo a educação muito questionada nos últimos anos devido aos elevados índices de evasão escolar, apesar da política voltada à disponibilidade de vagas nas escolas.

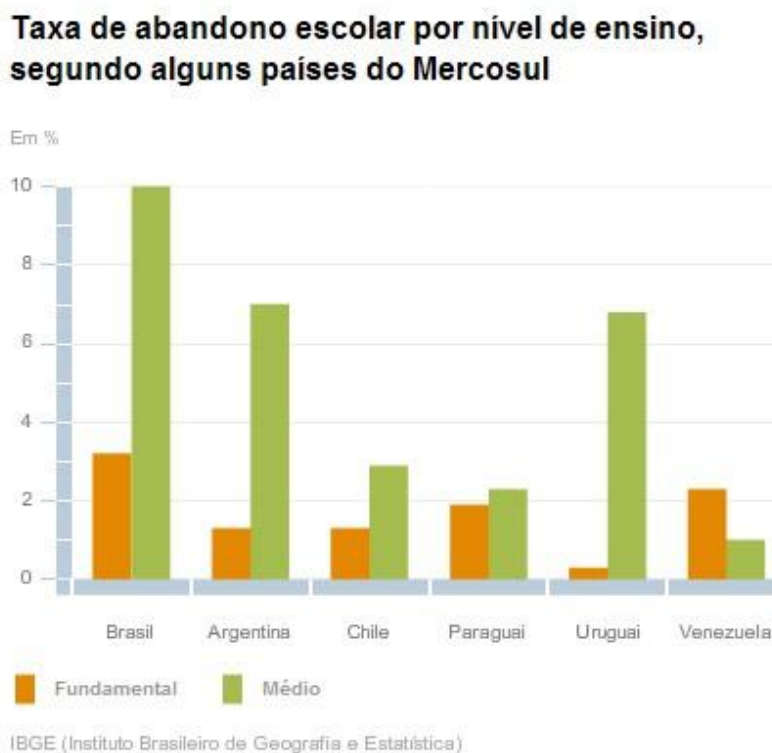
Segundo dados da pesquisa nacional por amostra de domicílios (IBGE, 2011), em 2011 foi registrado que 46,8% da população economicamente ativa tinham pelo menos o ensino médio completo, contra 33,6% em 2004, já os trabalhadores com nível superior completo representavam 12,5% do total, frente a 8,1% em 2004. A

⁶HAZEN, R. M.; TREFIL, J. **Science matters. Achieving scientific literacy**. New York: Anchor, Books Doubleday, 1991.

mesma melhora também ocorreu com as crianças de 6 a 14 anos, cuja taxa de escolaridade (percentual dos que frequentavam escola) foi de 98,3% em 2011, ou seja, 2,1 pontos percentuais a mais que em 2004.

Mesmo o país mostrando um crescimento expressivo na educação, o ritmo do avanço é tão lento que o Brasil continua perdendo a corrida educacional até para países mais atrasados da América do Sul, como, por exemplo, o Paraguai, cujo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é inferior ao do Brasil (PNUD, 2011). A taxa de evasão do ensino médio foi de 10% no Brasil, 7% na Argentina, 6,8% no Uruguai, 2,9% no Chile, 2,3% no Paraguai e 1% na Venezuela (Figura 1.3).

FIGURA 1.3 - Taxa de abandono escolar por nível de ensino, segundo alguns países do Mercosul.



Fonte: IBGE, Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/noticias/2010/09/17/brasil-tem-maior-taxa-de-abandono-escolar-do-mercosul.htm>>. Acesso em: dez/2012.

Esses dados mostram a deficiência da educação no país. Ainda que o governo ofereça sempre mais vagas nas escolas, o ingresso tardio e a necessidade de trabalho fazem com que essa taxa de evasão se torne alta. Em 2011, 9,5 % dos estudantes brasileiros entre 15 e 17 anos abandonaram as escolas antes de completar a terceira série do ensino médio (BRASIL, 2011) e 16,3% dos estudantes

dessa mesma idade não entraram nas estatísticas por não fazerem parte da taxa de escolaridade vigente no ano de 2011, evidenciando um aumento de quase 2% em relação à mesma estatística em 2009.

O desempenho dos estudantes continua insatisfatório, principalmente em matemática, ciências naturais e português (BRASIL, 2011). Segundo estudos realizados por Lima e Vasconcelos (2006), o livro didático é o principal instrumento de trabalho dos professores, mas com as limitações dos recursos didáticos que promovam e explorem o aprendizado do aluno, muitos profissionais tendem a sobrecarregar os estudantes com exames periódicos de conhecimento, testes escritos e outros mecanismos para aferir notas e cumprir com o currículo educacional. Além disso, há cobrança para que se cumpra todo o conteúdo do livro e, com isso, é exigido do estudante abusiva memorização, sem valorizar o raciocínio e a aprendizagem. Fatos como esses acarretam um falso aprendizado em que muitos alunos não conseguem compreender um texto simples ou resolver problemas elementares.

Segundo o INPE – Instituto Nacional de Pesquisa em Educação (BRASIL, 2011), a diferença de conhecimento entre os alunos do nono ano do ensino fundamental e os da terceira série do ensino médio é muito pequena. Por isso, a escolaridade média da população brasileira com idade até 25 anos é de apenas 7 anos - contra 11 anos em Taiwan e 13 nos EUA (BARROS; LEE, 2010). Sem a formação necessária, esses jovens não se qualificam profissionalmente, sendo condenados ao subemprego. Com isso, o Brasil não forma o capital humano de que necessita para crescer.

1.2.1. Panorama geral da Educação Química no Brasil

A falta de investimentos e qualificação dos professores são alguns dos motivos da queda da qualidade de educação no país. Há um déficit de profissionais de ensino no país, principalmente com relação a áreas de formação específica em exatas. Uma pesquisa realizada na Universidade Federal de Goiás (UFG) mostrou que na rede estadual há professores de química cuja formação superior não tem absolutamente nenhuma relação com a disciplina em questão, pois são professores

oriundos de cursos tais como História, Letras, Filosofia e Música. Assim, nota-se a necessidade de uma investigação na qualidade do ensino de ciências exatas, tal como foi evidenciado no Ensino de Química (BACON, 2010).

A investigação sobre o Ensino de Química pode ser considerada recente. Desde a década de 80, os educadores possuíam o desafio de tornar o ensino mais articulado com os interesses e necessidades práticas dos alunos, para, assim, melhorar a qualidade da educação. Esse desafio passou a ocupar as discussões e projetos das várias áreas de ciências, entre elas a Química (TREVISAN; MARTINS, 2006).

Na área da química, muitos alunos demonstram dificuldades em aprender. Na maioria das vezes, não percebem o significado ou a importância do que estudam. Essa dificuldade se associa aos conteúdos que são trabalhados de forma descontextualizada, tornando-os distantes e difíceis.

A luta dos educadores é a de abandonar as aulas baseadas na simples memorização de nomes e fórmulas e buscar dinamizar o ensino, tornando-o vinculado aos conhecimentos e conceitos do dia-a-dia do aluno. Tal procedimento poderia suscitar que o aluno tivesse uma visão crítica, de compreensão e aplicação do conhecimento adquirido em seu cotidiano. Essas propostas mais progressistas, associadas à formação de um sujeito crítico e situado no mundo, baseiam-se nos pensamentos de Cardoso e Colinvaux (2000):

O estudo da química deve-se principalmente ao fato de possibilitar ao homem o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo que o cerca, podendo analisar, compreender e utilizar este conhecimento no cotidiano, tendo condições de perceber e interferir em situações que contribuam para a deterioração de sua qualidade de vida. Cabe assinalar que o entendimento das razões e objetivos que justificam e motivam o ensino desta disciplina, poderá ser alcançado abandonando-se as aulas baseadas na simples memorização de nomes e fórmulas, tornando-as vinculadas aos conhecimentos e conceitos do dia-a-dia do aluno (p.401).

A presença da ciência química na estrutura curricular da educação básica no Brasil não tem alcançado os resultados de ensino e aprendizagem almejados (CHASSOT, 2001), ainda que o conhecimento científico constitua alicerce para o desenvolvimento da cidadania, não só dos estudantes, mas da comunidade em geral. A relação estabelecida entre escola-aluno não desperta a fundo a consciência do importante papel que tem a ciência, tanto na formação de futuros cientistas

capacitados e motivados, quanto na formação de cidadãos conscientes. De acordo com Gardner⁷ (1991 apud CHAGAS, 1993, p.54) “(...) os ambientes criados pela escola, afastam-se dos interesses da criança por serem limitativos, artificiais e descontextualizados (...)”.

Segundo Moreira (2006), no Brasil ocorre a “ausência de uma educação científica abrangente e de qualidade no ensino fundamental e médio do país.” (p.11), pois:

O significado social e cultural da ciência como atividade humana, socialmente condicionada e possuidora de uma história e de tradições, fica muitas vezes camuflado nas representações escolares e em muitas atividades de divulgação, particularmente na mídia. (MOREIRA, 2006, p.11)

A falta de estímulo para as questões científicas é um dos principais objetos de conflito entre a ciência e o cidadão. Assim, necessita-se de abordagens diferenciadas de ensino que contribuam para a formação de professores e alunos, que sirvam de elo para a formação e complementação entre o ensino fundamental/médio e a universidade.

⁷GARDNER, H. **The unschooled mind**. Nova York: Pasic Books, 1991.

CAPÍTULO 2

2.1. Estratégias contemporâneas para a Educação Científica

Chagas (1993) definiu várias abordagens educacionais de ensino, caracterizando-as como ensino formal, não formal e informal, como pode ser visto a seguir:

A educação formal caracteriza-se por ser altamente estruturada. Desenvolve-se nas próprias instituições – escolas e universidades – onde o aluno deve seguir um programa pré-determinado, semelhante ao dos outros alunos que frequentam a mesma instituição. A educação não formal processa-se fora da esfera escolar e é veiculada pelos museus (...) e eventos de diversas ordens, como cursos, feiras, (...). Finalmente, educação informal ocorre de forma espontânea na vida do dia-a-dia através de conversas e vivências com familiares, (...) e interlocutores ocasionais. (CHAGAS,1993, p.52).

Nesse aspecto, Oliveira e Gastal (2009) ressaltam a prática da educação formal praticada em Centros de Ciências, com ênfase nos professores que utilizam esses Centros. Esses locais são utilizados pelos docentes, pois disponibilizam recursos e baseiam-se em diversas estratégias de comunicação, caracterizando, assim, a educação formal em ambientes não formais.

Para tanto, neste trabalho, compreendemos a educação não formal como uma forma de ensino fora da sala de aula, que utiliza metodologias de ensino que despertem a curiosidade e o interesse do aluno, tal como foi discutido por Cachapuz (2000) e Fahl (2003).

Cachapuz (2000) classificou diferentes metodologias de ensino, considerando apenas a Educação Formal, mas que fornecem suporte ao entendimento de alternativas para a educação não formal.

Uma dessas metodologia é o Ensino por Transmissão (EPT), cuja base principal é a aquisição de conceitos, ou seja, o professor transmite os conteúdos aos alunos e estes os armazenam sequencialmente na sua mente. Esses conteúdos podem ser do próprio professor ou de outra referência. Nesse tipo de ensino, o conhecimento é visto como acumulativo, repetitivo e linear, no qual não há

motivação do aluno. O conteúdo a ser transmitido constitui-se como algo de verdade absoluta, de tal modo que o conhecimento é considerado inquestionável.

Outra metodologia é a do Ensino por Descoberta (EPD), sendo essa baseada na compreensão de processos científicos, ou seja, os alunos aprendem os conteúdos científicos a partir das observações ingênuas, isso é, descobrem as ideias indutivamente a partir de fatos observáveis. O professor direciona a descoberta do aluno, e este é conhecido como “aluno cientista”.

Já o ensino baseado em pesquisa (EPP) é elaborado por meio da construção de conceitos, competências, atitudes e valores. O professor promove debates sobre situações problemáticas, favorecendo a criatividade e o envolvimento com os alunos. Com isso, o aluno tem o papel de fazer uma reflexão crítica sobre suas maneiras de pensar, agir e sentir.

Por fim, a outra metodologia é a do Ensino por Mudança Conceitual (EMC), cuja estruturação principal é a da mudança de conceitos, sendo que o erro é considerado um progresso no conhecimento científico dos alunos. O aluno constrói sua aprendizagem conceitual e promove a mudança de conceitos através da superação dos obstáculos. Essa perspectiva de ensino obriga a “aprender a pensar” e depende do esforço pessoal do aluno, mesmo que ele necessite da intervenção dos colegas ou do professor.

Diante das diferentes metodologias de ensino e do pensamento de PIAGET⁸, por meio do qual o conhecimento "realiza-se através de construções contínuas e renovadas a partir da interação com o real", pode-se afirmar que o Ensino por Mudança Conceitual, juntamente com o Ensino por Pesquisa, é uma tendência da atualidade, em virtude do conhecimento ser a construção de um pensamento.

Em um mesmo contexto, entretanto um pouco mais específica e abrangendo a educação como um todo (diz-se educação formal, informal e não-formal), Fahl (2003) descreveu cinco metodologias utilizadas exclusivamente para o ensino de ciências, além de promover um desenho histórico da pedagogia aplicada, desde a época industrial, e contemplar os termos utilizados recentemente.

As metodologias descritas são compreendidas em: Modelo Tradicional, Modelo de Redescoberta, Modelo Tecnicista, Modelo Construtivista e Modelo CTS.

⁸PIAGET, J.; **Piaget on Piaget: The Epistemology of Jean Piaget**. Filme de Claude Goretta para a Yale University, 1977.

O Modelo Tradicional apresenta-se muito parecido com o proposto por Cachapuz (2000), no qual o aluno acumula o conhecimento científico pronto e a aprendizagem científica se dá por um processo de memorização e recepção passiva, uma vez que o professor é o detentor do conhecimento. Esse modelo tem como principal objetivo transmitir informações aos frequentadores da escola. A metodologia utilizada se baseia na educação formal, por meio de aulas expositivas, predominando os conteúdos curriculares.

O Modelo de Redescoberta é estruturado de modo a fazer com que o aluno realize seu próprio aprendizado e vivencie o método científico. A relação professor-aluno proporciona aos alunos o controle do aprendizado e, ao professor, a responsabilidade da simulação dos processos científicos, a fim de desenvolver um maior desempenho ao aluno. As experiências são planejadas e levam os alunos a redescobrir os conceitos científicos, sendo ele mesmo o principal responsável pelo seu aprendizado. Essa metodologia valoriza a investigação e a experimentação por meio de uma sucessão de atividades, sempre “imitando” o trabalho dos cientistas. É nesse momento que se dá o início da integração entre os saberes, tornando possível o aprendizado de conceitos que correspondem a outras disciplinas.

O Modelo Tecnocista privilegia a produção de indivíduos para o mercado de trabalho, de tal forma que o papel do aluno é responder a experimentação administrada pelo professor que, por sua vez, representa a ponte entre a verdade científica e o aluno. Esse modelo é similar ao anterior, pois o conhecimento é resultado direto dos objetivos pré-estabelecidos na experimentação. A abordagem é sistêmica e baseada no desenvolvimento da tecnologia.

O Modelo Construtivista prioriza a maneira com que o indivíduo lida com o ensino, considerando o meio social que ele está inserido. O erro, nesse método, possui um grande papel de ajuda na construção contínua do conhecimento. A metodologia é baseada no trabalho em grupo e prioriza jogos, simulações e resolução de problemas. O papel do professor é de mediador entre as situações de ensino e o aluno, de maneira que este último determine, pelo seu processo intelectual, o andamento da aprendizagem. Esse modelo é utilizado para formar indivíduo para o mercado de trabalho e formação de cidadão consumidor.

O Modelo Ciência – Tecnologia – Sociedade privilegia o conteúdo com o objetivo de confronto com as realidades sociais, a fim de formar o cidadão consumidor, desenvolvendo uma consciência de ação responsável. A aprendizagem

é progressiva e contínua e sempre mediada por processos grupais (discussões, participações), privilegiando atividades em grupo, jogos e resolução de problemas. A metodologia se baseia em corresponder os conteúdos com o interesse e contexto sociocultural dos alunos. As abordagens pedagógicas mesclam várias contribuições, desde perspectivas construtivistas até modelos tecnicistas, de tal maneira que esse modelo representa o modelo atual e que se apresenta como melhor mediador pedagógico, integrando todos os tipos de educação (formal, não formal e informal).

No entanto, a dificuldade de aplicação de todas as metodologias contempladas acima, se justifica na realidade da educação brasileira em escolas públicas, mediante a superlotação nas salas de aula, a desvalorização do profissional e a defasada estrutura física, além dos problemas socioeconômicos do Brasil. Assim, a criação de ambientes que trabalhem as metodologias de ensino formal, informal e não formal precisam despertar no aluno o aprender a pensar a partir da relação entre o cotidiano e a interatividade, de tal modo que a alfabetização científica possa se tornar algo relevante no seu processo de formação. Para tanto, tornam-se relevantes os espaços dos centros de ciências e museus tecnológicos, entre outros.

2.2. A relevância dos Museus e Centros de Ciências

Museus e centros de ciências são instituições que têm se multiplicado intensamente nos últimos anos, sobretudo nos países desenvolvidos. Inúmeras pesquisas têm sido feitas nessas instituições, as quais focam seu papel educacional, na medida em que possibilitam ao visitante o contato com os objetos, os experimentos expostos e o ambiente numa perspectiva global (NARDI, 1998; PINTO, 2007).

A origem dos primeiros museus está relacionada às casas dos nobres, que tinham grandes coleções trazidas das suas viagens com o intuito de mostrar aos amigos, aumentando seu prestígio social (CAZELLI, 1992).

Já o termo museu faz referência ao *mouseion* ou casa das musas. De acordo com Suano (1986), o significado de *mouseion* da Grécia antiga

(...) uma mistura de templo e instituição de pesquisa, voltada, sobretudo para o saber filosófico. As musas, na mitologia grega, eram as filhas que Zeus gerara com Mnemosine, a divindade da memória. As musas, donas de memória. As musas, donas de memória absoluta, imaginação criativa e presciência, com suas danças, músicas e narrativas, ajudavam os homens a esquecer a ansiedade e a tristeza. O mouseion era então esse local privilegiado onde a mente repousava e onde o pensamento profundo e criativo, liberto dos problemas e aflições cotidianas, poderia se dedicar às artes e às ciências. (p. 10-11)

Ainda que os museus sejam lembrados como um local destinado a guardar coisas velhas, a "coleccionar trechos e preservar cacarecos" (CAZELLI, 1992, p.10), observa-se que, desde há muito, a pesquisa e o espaço dedicado à criação e à ciência foram característica dos espaços museológicos.

De acordo com Danilov⁹ (apud CHAGAS, 1993), os Centros de Ciência surgiram a partir dos Museus de Ciência e Tecnologia e possuem o objetivo de ensinar os fundamentos de Ciências da Natureza e Exatas de uma forma interativa, lúdica e correta. Esses locais destinam-se a um público heterogêneo, constituído na maioria por crianças em idade escolar e respectivos acompanhantes, professores ou familiares.

Para McManus (1992), os museus científicos que são vistos hoje em dia representam a terceira geração de museus e representam uma evolução frente aos museus de história natural (primeira geração) e museus de ciência e indústria (segunda geração).

A partir da década de 1980, a concepção educativa construtivista começou a fazer parte das exposições em centros de ciência, e é nesse momento que é demonstrada a interação entre indivíduo e ambiente, sendo o indivíduo o responsável pela construção de seu próprio aprendizado (MARANDINO; IANELLI, 2012; MCNAUS, 1992).

É nesse momento que os museus passam a se preocupar com a informação da sociedade e a procura do desenvolvimento da interatividade com os aparatos científicos museológicos. Para Cazelli e colaboradores (2002) "... há uma transformação do papel social dos museus, ou seja, estes seriam um importante meio para proporcionar à sociedade as informações científicas para compreender o mundo em mudança" (p.213).

⁹DANILOV, V.J. Science and Technology Centers. The MIT Press, Cambridge: 1982.

Para Marandino e Ianelli (2012), o foco é o “sujeito ativo no processo educativo no museu e a certeza de seu engajamento intelectual através de sua interação” (p.20).

Entretanto, a dificuldade está no conhecimento prévio de cada indivíduo, pois muitos já não frequentam a escola há muito tempo. Assim, a necessidade está na elaboração das exposições de maneira a tornar a mostra acessível ao público, personalizando a experiência e atendendo os interesses de cada visitante (CAZELLI et al., 2002; MARANDINO; IANELLI, 2012), além da criação de estratégias de comunicação que facilitem o aprendizado, como a presença de monitores treinados para promover a mediação.

O papel dos monitores em Centros e Museus de divulgação de Ciência é cada vez mais estudado, sendo que esses agentes têm importante papel na mediação que ocorre nos museus. A mediação determina como a informação vai ser divulgada e apreendida e é feita de forma intuitiva, pois cada visitante precisa de uma resposta diferente e, por isso, os monitores devem estar preparados e aptos a agir dessa forma. (MASSARANI et al., 2007)

O mediador precisa ser capaz de trabalhar em equipe, estar aberto para o aprendizado múltiplo, “ter clareza de suas limitações no que diz respeito às informações científicas e desenvolver a capacidade de comunicação com públicos plurais”, entendendo a necessidade de adaptação de linguagem a partir das perspectivas e dos interesses desse público (BRITO, 2008. p.42)

Os centros divulgadores de ciência normalmente se apresentam como uma extensão das universidades, onde a linguagem científica é transformada para melhor compreensão pelo público (CAZELLI et al., 2002), trabalhando de maneira clara o porquê e como divulgar ciência.

O primeiro centro desse tipo surgiu em Paris: o *Palais de La Découverte*, seguido por *Lawrence Hall of Science*, ligado à Universidade de Berkeley, e o *Exploratorium* de São Francisco, projetado por Frank Oppenheimer (PINTO, 2007). A intenção de Oppenheimer era de criar um Museu de Ciência onde os visitantes pudessem ter a aprendizagem com liberdade e explorar o mundo e a natureza através de exposições com base na audição, visão, paladar, olfato e tato (OPPENHEIMER, 1968).

Uma quarta geração de museus já está sendo estudada, na qual trabalha a participação ativa do visitante, e as exposições respondem as expectativas e

necessidades dos visitantes, como exposto por Jorge Padilha, diretor do Centro de Ciências Explora no México (MENEZES, 2003).

Internacionalmente, existem milhares de Centros e Museus de Ciências, e esses estão concentrados, principalmente, nos países desenvolvidos, por se tratar de um ambiente que envolve grande investimento financeiro e intelectual.

No Brasil, houve um crescimento expressivo na década de 90 (MARANDINO; IANELLI, 2012). Enquanto na década anterior os museus pudessem ser contados com os dedos das mãos, hoje representam cerca de 190¹⁰ espaços listados (sem contar os espaços que não foram cadastrados na Associação Brasileira de Museus), destinados à divulgação de ciência, e são compreendidos em jardins botânicos, planetários, aquários, museus de história natural e outros espaços que exploram a ciência e a tecnologia. Um fator importante dessa contagem está baseado na distribuição desses espaços no país, sendo que a região Sudeste concentra 112 das organizações; o Sul, 41; o Nordeste, 26; o Centro-Oeste, cinco; o Norte, seis (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MUSEUS DE CIÊNCIA DO BRASIL, 2009).

No Brasil, há alguns centros bastante conhecidos pela população, como o Museu da Vida/ RJ, a Seara da Ciência/ CE, o Museu de Ciências e Tecnologia da PUC/ RS, e, no estado de São Paulo, a Estação Ciência e o Catavento, na cidade de São Paulo, e o CDCC criado pela USP, na cidade de São Carlos.

Os Centros Integrados de ciência utilizam-se de linguagem lúdica, construindo abordagens próximas ao cotidiano, com o objetivo de facilitar e estimular a relação ciência – indivíduo, trazendo a cultura da sociedade para dentro dos museus e promovendo a alfabetização científica dentro de uma abordagem entre ciência, tecnologia e sociedade (CAZELLI et al., 2002).

Os resultados positivos podem ser observados nas comunidades que frequentam esses centros, como exposto em Javlekar (1991), nas quais foi observado o aumento do interesse e aprendizado das crianças que complementaram seus estudos com visitas aos módulos de centros de ciências.

Um grande número de pesquisas mostrou que visitas a centros de ciências podem influenciar um indivíduo de um modo diferente no futuro, tal como foi evidenciado em Spock (2000), que entrevistou profissionais de museus e perguntou a eles histórias sobre experiências de aprendizado que eles presenciaram nos

¹⁰ Relacionados no Anexo C

centros. Spock obteve um resultado de 400 narrativas, das quais aproximadamente 200 descreveram uma experiência de aprendizado bastante significativa e cerca de 40 histórias foram identificadas como experiências de museus que verdadeiramente mudaram a vida do entrevistado.

Jensen (1994) também fez um importante estudo com crianças em museus, apontando os benefícios desses centros frente à sociedade, e resultou em alguns fatores que considerou importante, dentre eles: a combinação de interesses pessoais e familiares, além do apelo cultural, controle de conteúdos e variedade de atividades e conteúdos.

Bitgood e colaboradores (1994) fizeram uma revisão de cerca de 150 artigos sobre o Impacto da Educação Informal em visitantes de museus de ciências, zoológicos e aquários e propuseram as seguintes conclusões para a consideração futura dos pesquisadores de centros científicos¹¹:

1. Que há muitos impactos, e eles são intelectuais, emocionais e físicos, planejados e não planejados nos Centros.
2. Que orientação, ambas psicológica e espacial, é um fator muito importante que pode influenciar os impactos, positivamente ou negativamente.
3. Que os impactos são influenciados e ampliados socialmente, mais propriamente pelas características exibidas, que são apropriadas para a aprendizagem informal, como a interação, a troca, a direção/controle dos pais e a intimidade entre os membros dos grupos de visitantes.
4. Que impactos são influenciados e ampliados ambientalmente, mais precisamente pelas características exibidas conforme o ambiente da aprendizagem informal, como atividades experimentais concretas, reforço de conceitos e técnicas comunicativas eficientes.
5. Que medidas de um impacto específico, com ferramentas tradicionais para experimentação, são frequentemente inapropriadas e atrapalham a variabilidade do ambiente informal, tornando os resultados insignificantes.
6. Que impactos podem melhorar de acordo com o *feedback* do visitante durante o estágio de planejamento e desenvolvimento de uma exposição, através da maquiagem e avaliação formativa.

¹¹ Tradução feita para este trabalho de pesquisa.

7. Que avaliação é essencial para aumentar o sucesso da aprendizagem científica informal em museus.
8. Que a pesquisa do futuro em impacto de museus precisa de uma combinação múltipla de métodos sistemáticos e estratégias, que serão apropriadas para as experiências motivadas, voluntárias, sociais e intrínsecas que os visitantes têm.
9. Que há muito que melhorar, até o pensamento do visitante em ir ao museu e as reclamações raras.
10. Que a melhora no impacto do aprendizado científico informal em museus – seu valioso objetivo – é essencial se os museus forem responsáveis por assegurar as necessidades de ter um papel educacional na sociedade.

É importante avaliar e identificar esses impactos causados na sociedade e torná-los acessíveis a todos, para justificar o valor de centros de ciências e para que os pesquisadores tomem providências para adequação de permanentes ou futuras exposições.

Alguns exemplos da promoção de conteúdos científicos em ambientes não formais e informais, além da preparação de um corpo técnico a disposição especializado em estimular a curiosidade e promover a divulgação científica, são atividades/jogos adaptados a partir de jogos já existentes ou a criação de novas modalidades em formato de exposições, mostras interativas, cursos e workshops, buscando a aproximação da ciência à vida cotidiana do estudante, com a adoção de jogos, TV, vídeos, imagens e mídias computacionais.

Essas abordagens de ensino não formal e informal, utilizando recursos audiovisuais, têm sido trabalhadas e investigadas também em centros integrados de ciências e museus de ciência e tecnologia integrados, pois procuram relacionar a ciência com aspectos culturais e sociais, o que enfatizam a relação CTS.

2.3. A inserção do movimento educativo CTSA em Centros de Ciências

Esses novos e criativos modos de articular o ensino científico e a tecnologia, embasados na sociedade, foram conhecidos como modos de relacionar Ciência,

Tecnologia e Sociedade (CTS) –(SANTOS; MORTIMER, 2001), os quais consideram a “incorporação de dimensões múltiplas dos conhecimentos científicos”, e que devem envolver uma parcela cada vez maior da população nas tomadas de decisões em relação à qualidade de vida.

A concepção CTS preocupa-se com a divulgação e a popularização de conhecimentos técnico-científicos para que cada vez mais cidadãos e cidadãs, de posse dessas informações, se transformem em agentes atuantes na sociedade, defendam suas próprias opiniões e se tornem, assim, protagonistas de mudanças, capazes de influenciarem na tomada de decisões (ZUIN et al., 2008).

Segundo Aikenhead¹² (1997 apud FARIAS; FREITAS, 2007), no âmbito da alfabetização científica, houve um avanço das relações CTS para as relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), por conta da ênfase que o aspecto ambiental tem assumido nas últimas décadas.

A educação científica informal e não formal estabelecida em museus de ciências é encontrada principalmente ao modelo CTS discutido por Fahl (2006), a qual, comparando as metodologias e o histórico das duas abordagens, a tendência para o ensino CTS surgiu na mesma época em que os Centros de Ciência estavam se tornando ambientes de inter-relações entre os saberes e os ambientes que cercam o indivíduo, deixando de ser um simples museu de visitação. Por mais que o ensino de museus científicos seja produzido de diversas maneiras, a considerar o construtivismo, entre outros, é clara a relação entre o modelo CTSA e a abordagem realizada em centros científicos. A tendência para a elaboração de exposições, apesar da política econômica envolvida em algumas comunidades, é que a relação CTSA seja ainda mais difundida e utilizada, pois é compreendida como um processo significativo de aprendizagem, de modo a facilitar o conhecimento científico, e passam a ser mais significativos e relevantes para a vida dos educandos (SANTOS, 2005), além de, conseqüentemente, se tornar um fator importante para o desenvolvimento da sociedade.

Nesse sentido, a educação científica, aliada à ambiental, pode propiciar o aumento de conhecimentos, mudança de valores e aperfeiçoamento de habilidades: condições básicas para estimular maior integração e harmonia dos indivíduos com o meio ambiente (PÁDUA; TABANEZ, 1998).

¹²Aikenhead, G.S. STS science in Canada: From policy to student evaluation. In: Science, technology & society: A source book on research and practice. Nova York: KluwerAcademic/Plenum, 2000. p.49-89.

Para Jacobi (2003), é importante para a cidadania estimular uma reflexão sobre a diversidade e a construção de sentidos em torno das relações indivíduos-natureza, dos riscos ambientais globais e locais, e das relações ambiente-desenvolvimento. A educação ambiental, nas suas diversas possibilidades, abre um estimulante espaço para repensar práticas sociais e o papel dos professores como mediadores de um conhecimento necessário, para que os alunos adquiram uma base adequada de compreensão essencial do meio ambiente global e local, da interdependência dos problemas e soluções e da importância da responsabilidade de cada um para construir uma sociedade planetária mais equitativa e ambientalmente sustentável.

Há vários estudos a respeito de instituições de ensino que promovem a educação ambiental utilizando conceitos que compõe o ensino de química, como o estudo de Marques e colaboradores (2007), intitulado “Visões de meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de química na escola média”, no qual os autores relataram as dificuldades e possibilidades para a abordagem de temas e conteúdos relacionados às questões ambientais em ambientes educacionais.

Essas formas de abordagem educacional, diferentemente do ensino formal, provocam um maior estímulo nos alunos ao desenvolver a construção do pensamento e aprendizagem por meio de situações de interesse (CAZELLI et al., 2002). Além disso, suscitam analogias que promovem associações com situações cotidianas, e ainda, a produção de relações que exercem influência na vida social do aluno como, por exemplo, a utilização de jogos e diferentes tipos de mídias, principalmente aquelas adotadas em computadores, pois estes se tornaram parte essencial da composição do ser humano e passam a ocupar praticamente todos os espaços no dia a dia (LÉVY, 1993).

2.3.1. O Computador como ferramenta na educação não formal

A utilização de computadores para a educação começou a ser discutida na década de 70, mas apenas em 1989, após várias negociações e iniciativas, o Brasil teve seu primeiro Programa Nacional de Informática Educativa consolidado.

Algumas escolas de educação municipal tiveram seus primeiros computadores na década de 80, entretanto, isso era restrito, em sua maioria, a universidades. Já a grande massa da educação brasileira teve seus computadores e projetos de informática para todos concretizados no final da década de 90 (MORAES, 1997; MOURA, 2002).

A intenção do governo brasileiro foi de criar ambientes de aprendizagem nos quais professores e alunos pudessem experimentar o que é o processo pessoal e coletivo de aprendizagem, usando as novas ferramentas oferecidas pela cultura atual (MORAES, 1997). Entretanto, apesar da educação inicial formal demonstrar evolução tecnológica com programas educacionais, esta ainda esta fundamentada no discurso oral, “centrada nos procedimentos dedutivos e lineares”, fora da realidade do universo audiovisual (PRETTO, 1999). Hoje se tem que 18% das escolas de Ensino Fundamental e Médio, de 98% das escolas que afirmaram possuírem um ambiente informatizado, afirmam nunca utilizarem os computadores (FERNANDES; COSTA, 2009).

Apesar do mau planejamento na criação dos programas educacionais para a educação inicial formal, segundo um trabalho produzido por Mintzes e colaboradores (2000, p.194), “o computador é dado como um mecanismo poderoso para a compreensão da ciência.”, desde que utilizado com base em abordagens educativas problematizadas, que possibilitem gerar debates acerca das relações entre as dimensões científicas, tecnológicas e sociais.

Um dos primeiros estudos significativos para a utilização de computadores para o ensino de química foi feito por Williamson e Abraham (1995), no qual trabalharam com três grupos universitários. Um grupo foi considerado controle e não recebeu nenhuma animação computadorizada, já os outros dois grupos receberam aulas com animações de comportamentos atômicos e moleculares, entretanto um grupo só recebia as simulações durante as aulas enquanto o outro grupo as revia também nas seções de debate. Como resultado, os grupos com as animações conseguiram resultados melhores na avaliação de compreensão das reações químicas e dos conceitos relacionados, como pressão, transição de fases e forças intermoleculares. Os autores concluíram que “as animações podem aumentar a compreensão conceptual ao promover a formação de modelos mentais dinâmicos dos fenômenos” (p.532).

Em quase todas as publicações relativas à CBE¹³, a educação baseada em mídias computacionais se mostra mais vantajosa do que outros métodos de ensino (ROBLEYER; CASTINE; KING, 1988).

2.4. Complexo Integrado de Educação, Ciência e Cultura (CIECC)¹⁴

O Complexo Integrado de Educação, Ciência e Cultura (CIECC) de São José do Rio Preto- SP é um espaço de divulgação científica e de educação científico-tecnológica que tem como principal objetivo pedagógico promover e orientar atividades que visam despertar nos cidadãos o espírito científico, a curiosidade e o gosto pela cultura. Além disso, colabora para a formação dos estudantes e formação continuada dos professores no ensino de ciências naturais e integra instituições de Ensino Fundamental, Médio e Superior e empresas públicas e/ou privadas para o desenvolvimento de atividades nas áreas de ciências naturais e artes, ao intermediar a articulação temática e administrativa de projetos em educação científica e/ou tecnológica e/ou cultural. Por fim, agrega pessoas e atividades no desenvolvimento de objetivos comuns em ensino de ciências e projetos de pesquisa.

A cidade de São José do Rio Preto possui cerca de 415.769 habitantes (IBGE, 2011) e é a principal cidade de uma região que acopla mais de 100 municípios, totalizando uma população de aproximadamente 2 milhões de habitantes (BRASIL, 2010). A população estudantil indica o porte do município na área de desenvolvimento social e sua importância como centro formador de recursos humanos qualificados na região. Dados referentes à Secretaria Municipal de Educação e Diretoria de Ensino, ambas do município de São José do Rio Preto, mostram que, até agosto de 2010, há em média 140 escolas públicas e particulares no município, sendo que somente na rede estadual e municipal há cerca de 50.000 alunos matriculados. Isso sem mencionar os alunos de escolas particulares, cursos técnicos, faculdades e universidades¹⁵.

As ações voltadas para a promoção de popularização das ciências junto à população de São José do Rio Preto e região foram realizadas principalmente por

¹³ CBE do inglês : *Computer Based Education* – Educação Baseada em Computador.

¹⁴ Informações cedidas pelo CIECC.

¹⁵ Informações cedidas pela Secretaria Municipal de Educação de São José do Rio Preto.

docentes de Departamentos de Ensino e Pesquisa do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (IBILCE-UNESP). A avaliação positiva dos resultados dessas ações realizadas pela Universidade, bem como a demanda crescente pelas atividades de divulgação científica em resposta a um número considerável de habitantes e localização geográfica, indicaram a necessidade de se institucionalizar um Centro de divulgação de Ciências em São José do Rio Preto.

No ano de 1995, a prefeitura municipal propôs a criação do Centro Integrado de Ciência e Cultura (CICC)¹⁶. Seu principal objetivo é promover e orientar diversas atividades pedagógicas que visam despertar a curiosidade e o gosto pela cultura. Entre outros objetivos, pretende-se contribuir para o fortalecimento do saber científico, através da popularização de informações significativas de ciência, tecnologia e meio ambiente; além de realizar exposições permanentes e itinerantes em diversas áreas do conhecimento, através da construção de um museu de ciência, tecnologia e humanidade. Por fim, deseja promover eventos, cursos, oficinas, feiras e encontros de ciências em escolas, praças públicas, universidades, parques, hospitais e até nas ruas, atraindo um grande público para visitação do Centro Integrado de Ciência e Cultura.

Ao CICC foi destinada uma área de 16.496 m², e, desde então, foram iniciadas as obras, sendo inaugurado inicialmente o observatório em 1998. O Centro, hoje, conta com 2.346 m² de área construída, que comporta o Planetário com 96 poltronas, salas para biblioteca e laboratório de informática para 21 computadores, três laboratórios de cerca de 150 m² cada um, além de um saguão do planetário e pátio para montagem de mostras interativas de ciência e tecnologia. O Centro ainda conta com auditório para 168 pessoas. Em 2008, a partir de uma parceria entre a UNESP (responsável pela gestão científica-pedagógica-cultural), a Prefeitura Municipal (responsável pelo repasse de recurso financeiro) e a FAPERP - Funda o de Apoio   Pesquisa de Rio Preto (responsável pela administra o e gestão financeira), foram inaugurados os espaços multidisciplinares: matemática, linguagens, física, biologia e química, o que proporciona aos visitantes maior intera o prático-teórica. Atualmente, após a cria o do Centro, a UNESP conta com o apoio de uma equipe técnica no próprio centro e a colabora o de empresas

¹⁶ No último ano, o nome do Centro mudou para CIECC – Complexo Integrado de Educa o, Ciência e Cultura, o qual agrega entre outros projetos, o CICC.

e Universidades parceiras, como a Universidade Federal de São Carlos, para a divulgação científica.

Ao considerar a possibilidade de estabelecimento da relação entre a Química e temas ambientais atuais frente à necessidade de materiais didáticos acerca das questões ambientais citadas, em resposta à realidade política e educacional brasileira, bem como a divulgação e programas de educação científica e ambiental voltados à discussão sobre o conceito e entendimento em relação à sustentabilidade e o papel da ciência, o presente estudo pretende investigar as características dos diferentes tipos de mídia que agrega a problemática do Aquecimento Global à dos conteúdos do ensino de química.

CAPÍTULO 3

3.1. Objetivos

Esta pesquisa teve por principal objetivo produzir e aplicar mídias didático-pedagógicas concernentes à educação e divulgação científica e ambiental sobre o tema aquecimento global no Complexo Integrado de Educação, Ciência e Cultura (CIECC) de São José do Rio Preto (SP).

Para tanto, se encontram listados os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o desenvolvimento e instalação de materiais didático-pedagógicos e de divulgação científica no CIECC sobre o tema “Química e o Aquecimento Global”, tais como mídias, simulações e imagens, direcionados aos estudantes do Ensino Médio da rede pública do município de São José do Rio Preto (SP);
- Avaliar a interação e aprendizagem dos visitantes/ estudantes frente às exposições e atividades programadas, utilizando questionários, entrevistas e observações;
- Produzir uma exposição para o CIECC com baixos custos de execução.

CAPÍTULO 4

4.1. Descrição da pesquisa

De acordo com os propósitos do presente trabalho, optou-se por uma metodologia de investigação qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986), que tem como instrumentos de coleta de dados as observações, questionários e entrevistas semi-estruturadas (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1998).

Bogdan e Biklen (1994) 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 objetivo de investigar os fenômenos em toda a sua complexidade e em contexto natural (...) (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.16).

A utilização de questionários e entrevistas, além de se apresentar como uma técnica recomendável, pois expõe com clareza as informações necessárias para categorização, ainda possui um caráter de organização e reflexão do aprendizado significativo (POZO, 2000).

Para a aplicação da pesquisa, foram convidados professores e alunos do Ensino Médio de escolas públicas de São José do Rio Preto, obedecendo às normas de pesquisa realizadas com seres humanos, estabelecidas pelo Comitê de Ética da UFSCar, o qual recebeu parecer favorável em 10/06/2012 para a aplicação, como consta no processo n. 00989212.2.0000.5504 disponível em <www.saude.gov.br/plataformabrasil>, acesso em fev/2013.

A análise dos questionários e entrevistas foi descritiva e interpretativa, incluindo transcrições de entrevistas, fotografias e todo documento que justificam pontos de vista, procurando manter o seu contexto (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Foi realizado um levantamento bibliográfico acerca de materiais presentes em base de dados científicas, que condizem com a proposta do tema do projeto, a fim de se analisar metodologias relacionadas à produção de mídias. Considerou-se também o modo como a pesquisa de quais conceitos químicos deverão ser

abordados nas produções, levando em consideração a associação do Aquecimento Global à dificuldade em aprendizagem desta temática nas escolas.

Considerando o prévio estudo sobre os materiais vigentes, foram propostos vídeos, imagens, simulações computacionais e jogos lúdicos, que exploraram conceitos da química relacionados ao Aquecimento Global, como descritos.

O material produzido foi aplicado em um ambiente de educação não formal e informal de São José do Rio Preto, o CIECC, no espaço da Química. Esse local foi escolhido porque a pesquisadora possui vínculo profissional, voltado ao desenvolvimento de projetos, além desse local representar, no momento, o único espaço de divulgação científica para a cidade de São José do Rio Preto e região. A divisão da Química é destinada a expor temas que se relacionam com a Química, Meio Ambiente, Biologia e Geologia. O espaço conta com 14 mostras que possuem conceitos de química, sendo duas delas de caráter ambiental. Nesse local, o público visitante pôde interagir com as exposições de maneira lúdica e, ao mesmo tempo, obter o conhecimento científico, além de contar com o auxílio de monitores previamente treinados, que são estudantes de áreas afins, para a complementação de conteúdo.

Antes, durante e após as visitas, os estudantes e professores foram convidados a responder questionários e a participar de entrevistas semi-estruturadas, aplicados pela pesquisadora.

4.2. Metodologia de coleta e análise dos resultados

Os resultados foram analisados após a instalação das mídias no espaço da Química, no CIECC, a partir de observações da aceitação do público visitante do Centro, da expectativa e postura adquirida antes, durante e após a exposição às mídias, além de questionários¹⁷ e entrevistas semi-estruturadas. (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1998). Os questionários e entrevistas foram transcritos para a leitura e classificados de acordo com os argumentos expostos. Foi adotada análise de conteúdo, utilizando a metodologia

¹⁷ Modelo de questionário utilizado em anexo.

descrita por BARDIN¹⁸ (1994 apud SILVA et al.,2005) e ANDRÉ (1983), em que o material coletado foi categorizado de acordo com a informação nele contida. A análise detalhada desses resultados foi submetida à interpretação e comparação a outras literaturas que relatam o ensino de química, questões ambientais, ensino informal e não formal de química.

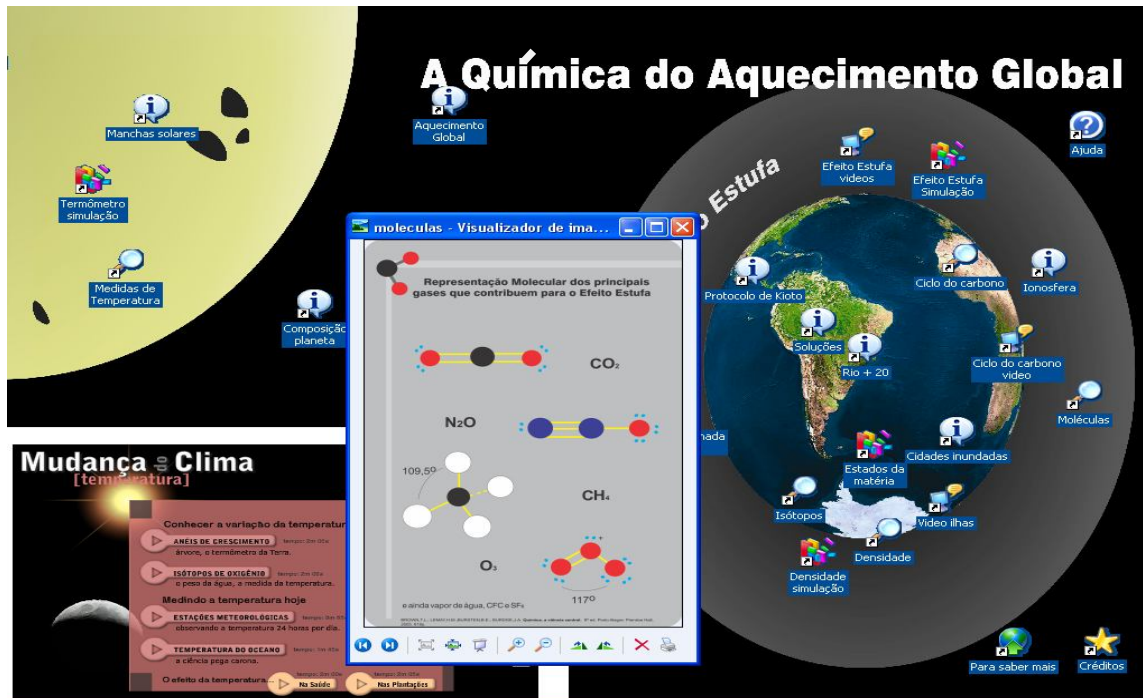
¹⁸ BARDIN, I. **Análise de conteúdo**, Lisboa: Edições Setenta, 1994. 226p.

Para a construção desse ambiente, foi feita uma pesquisa acerca dos materiais já existentes, bem como a adaptação de alguns para a adequação ao tema proposto e a divulgação no Centro.

O ícone monitor representa os vídeos que compõe o ciclo do carbono, a camada de ozônio, o buraco na camada de ozônio, o efeito estufa e alguns efeitos possíveis causados pelo aquecimento global. Já o ícone da desfragmentadora representa as simulações em que o visitante pode interagir e, como exemplo, tem-se a simulação de um termômetro, do efeito estufa, dos estados da matéria e da densidade.

As imagens representam a interlocução necessária para o entendimento de um determinado conceito, tanto químico quanto de caráter ambiental, e foram produzidas pela pesquisadora, baseadas em referências dispostas ao final da própria imagem (figura 5.2.). O ícone da “lupa” simboliza um olhar mais de perto na Química, onde são abordados os conceitos químicos relacionados à exposição, abordando os seguintes conceitos: moléculas, isótopos, densidade, medidas de temperatura e ciclo do carbono; o ícone “i” é referente às informações necessárias às propostas apresentadas nos outros módulos, como a informação sobre a ionosfera, possíveis soluções para o Aquecimento Global, o protocolo de Quioto, a Rio + 20, o que é o Aquecimento Global, o efeito das manchas solares sobre o aquecimento global, a composição dos planetas e alguns possíveis efeitos do aquecimento global.

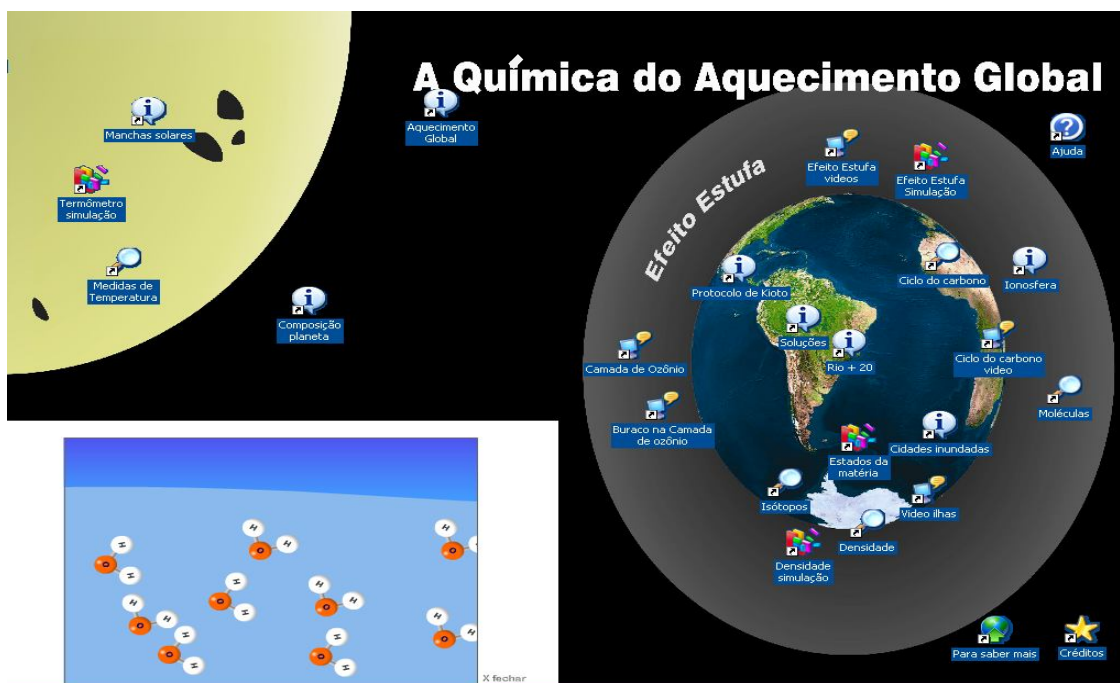
FIGURA 5.2 - Visualização de uma das imagens do software.



Fonte: Acervo pessoal.

Ainda dentro desse ambiente, o visitante conta com um espaço destinado à interação com o que outros museus e centros de ciências estão fazendo, como o Museu de História Natural dos Estados Unidos, o Museu Australiano e a Estação Ciência da USP, como mostrado na Figura 5.3, apresentados no ícone “Para saber mais” que proporciona locais de pesquisa para as dúvidas.

FIGURA 5.3 - Visualização da interação do software com a Estação Ciência USP.



Fonte: Acervo pessoal.

Ainda, o ambiente virtual conta com ícones de auxílio para a interação dentro do ambiente, como o ícone de interrogação “?” que serve para auxiliar os visitantes quanto a interação do ambiente virtual, e a “estrela” que indica a produção do ambiente virtual, assim como todos os créditos para o desenvolvimento deste.

5.1.2. Jogo da Memória

Além do ambiente virtual, um jogo de memória voltado às questões ambientais foi desenvolvido, por meio do qual se abordam temas como chuva ácida, desmatamento, poluição dos rios, extinção dos animais, poluição urbana, inversão térmica, escassez de água e derretimento das geleiras.

Esse jogo é composto de um quadro de madeira com dimensões de 1.90x 1.30 metros. Acoplados ao quadro, há 16 cubos giratórios (oito pares de memória), também em madeira, nos quais são visíveis as quatro faces do cubo, cada qual com as seguintes distribuições: o primeiro lado é composto de um número; o segundo lado, de um problema ambiental a ser memorizado; o terceiro lado, o contraste

ambiental; e o quarto, e última face, com a explicação/solução do problema. Abaixo, na Figura 5.4, temos a representação do jogo e as ilustrações das faces (Figura 5.5).

FIGURA 5.4 - Visualização do jogo da memória.



Fonte: Acervo pessoal.

O visitante visualiza os 16 números. Logo em seguida, giram-se os cubos para o lado direito e memorizam-se os oito pares (as faces com o problema ambiental). Dá-se um tempo e retornam-se os cubos novamente para as faces dos números, virando os mesmos para o lado esquerdo. O jogador tenta acertar escolhendo dois cubos e os girando para o lado direito. Se acertar, gira-se novamente para o lado direito, no qual se tem a face com a explicação ambiental, e gira-se mais uma vez para a direita e tem-se o contraste ambiental na outra face do cubo. Agora, caso o jogador erre, gira-se o cubo para a esquerda que teremos novamente a face dos números. O jogo prossegue até que todos os pares sejam acertados.

FIGURA 5.5 - Visualização das diferentes faces de um mesmo cubo.



Fonte: Acervo pessoal.

5.1.3. Jogo das Moléculas

Outro jogo foi criado a fim de estabelecer vínculo com o tema, de acordo com os tópicos abordados na *webpage*: o Jogo das moléculas. O jogo é uma adaptação de um kit de montagem de moléculas já disponível em muitas escolas. Ele é composto por bolinhas coloridas e conectivos. Nesse jogo, foi proposta uma maior interatividade, por meio de fichas que ilustram cada molécula de forma espacial, fórmula molecular e suas principais aplicações. Cada cor de bolinha representa um átomo de acordo com as “ligações” que são capazes de fazer: vermelha (oxigênio); branca (hidrogênio); preta (carbono); e verde (cloro). Assim, cada ficha corresponde a uma molécula a ser montada e os conectivos representam as ligações químicas.

O visitante escolhe uma ficha, verifica suas características e inicia as montagens, conforme as Figuras 5.6, 5.7 e 5.8.

FIGURA 5.6 – Visão completa do Jogo de Moléculas: bolinhas coloridas, fichas e conectivos.



Fonte: Acervo pessoal.

FIGURA 5.7 – Imagem da estrutura do Benzeno.



Fonte: Acervo pessoal.

FIGURA 5.8 – Imagem da molécula montada e sua respectiva ficha.



Fonte: Acervo pessoal.

Para a discussão da produção e montagem da exposição, como sendo uma mostra de caráter científico-educativo, alguns autores propõem categorizações e apresentam pontos importantes para uma exposição ser considerada boa. De acordo com as categorizações apresentadas por DEAN (2003), essa se trata de uma exposição educativa baseada na informação contida no texto ou display de informações¹⁹, e os objetos são elementos complementares que visam a facilitar a sua compreensão e ilustrar o conceito exposto. Nesse tipo de exposição, os textos são essenciais e visam um impacto social, pois propõem proximidade entre o tema, objeto e o público, sendo mais uma ferramenta para instaurar a relação entre público e ciência do que uma forma de apenas transmissão de conteúdo, suscitando a descoberta e a compreensão do saber, tornando o aprendizado específico para cada visitante (DAVALLON, 1989).

Hodge e D'Souza (1999) apontam o fato da informação comunicada pelos displays nos museus acontecer de diferentes formas, uma vez que utilizam variadas mídias, bastante pontuadas no projeto, e se apresentam como um grande diferencial do museu frente aos outros meios de divulgação/comunicação, mesmo considerando que essas são muito comuns nos meios de divulgação e presente no cotidiano do visitante.

Outro fator importante evidenciado na exposição é compreendido na relação estabelecida entre os três módulos (jogo da memória, jogo das moléculas e todos os tipos de mídia constantes na *webpage*), da qual apresentam imagens e textos explicando determinados fenômenos que apareceram durante os vídeos e simulações e, a presença dos links contidos em “Para saber mais”, que proporcionam ao visitante compreender e se satisfazer quanto às curiosidades adquiridas no processo de interação com as mídias, é respaldada pelos mesmos autores, Hodge e D'Souza (1999, p.58), afirmam que “todas as informações cuja compreensão por si só o objeto permite estão destinadas a perder-se caso não forem codificadas em linguagem” e defendem que museus devem recorrer a mais elementos que fotografias e textos, para não se tornarem “livros tridimensionais” (p.60).

Wagensberg (2005) afirma que uma exposição pode ser considerada fraca se pode ser substituída, sem sair de casa, por um bom livro, um bom vídeo ou uma boa

¹⁹ Faz menção a quadros, adesivos, banners ou qualquer outra forma de apresentar as informações gráficas relativas ao entendimento.

conexão de internet, e, detalhes, como o caráter estético, indicando um objeto diferente do que o encontrado em casa, tornam-se importantes. No nosso caso, o Jogo da memória e sua interatividade, destacando a relação importante estabelecida entre os módulos para que a compreensão se torne completa, indispensável e interessante, como apresentada no conjunto da exposição, contribuem com uma análise positiva para o módulo.

Na produção desses módulos, a interatividade é um ponto importante apresentado e obtém respaldo na descrição feita por Davallon (1989), como “estratégica lúdica”, onde a interatividade se manifesta no exercício da manipulação, criando um ambiente associado ao real. Muitos autores relatam a interatividade enquanto opção para o aprendizado (GRIFFIN, 1998). Chelini e Lopes (2008) apresentam a interatividade como uma das ferramentas de comunicação a que o idealizador da exposição pode recorrer para atingir seus objetivos, quaisquer que sejam. Para Wagensberg (2000), as exposições devem estimular os visitantes, e esses estímulos se dão através da interação com os módulos.

Miles (1988, p.95) afirma que a interação faz com que as “coisas” se tornem verdadeiramente “reais”.

5.2. Análise da aplicação do material didático no CIECC

A pesquisa de campo foi realizada no mês de maio de 2013, devido ao maior número de escolas de Ensino Médio visitantes no CIECC nesse período, segundo agenda disponibilizada à pesquisadora pelo Centro. Foram aplicados questionários, entrevistas semi-estruturadas e dados observacionais durante as visitas.

As visitas à exposição aconteceram de duas maneiras: visitas guiadas, as quais, normalmente, são pré-agendadas e respeitam um cronograma e horário estipulado pelo CIECC, em comum acordo com a escola visitante. Essas visitas tiveram duração de cerca de duas horas e compreenderam a visitação no espaço de Linguagem, Matemática, Física, Biologia e Química. Essas visitas foram conduzidas por um monitor e tiveram duração de, cerca de, 30 minutos em cada espaço. As visitas guiadas relevantes (ou seja, alunos que estão no Ensino Médio) representaram aproximadamente 240 alunos de Ensino Médio da ETEC

“Philadelpho Gouvêa Netto”, escola de nível técnico de São José do Rio Preto (SP) (Figura 5.9). Apesar desses alunos cursarem apenas o Ensino Médio regular, é importante salientar que se trata de alunos diferenciados, uma vez que é feita uma seleção de alunos para o ingresso nessa instituição. O outro tipo de visita é feita por qualquer pessoa que queira conhecer os espaços e as mostras. Esta não obedece nenhuma ordem específica e apenas respeita o horário de funcionamento do Complexo, que é de terça, quarta e sexta das 8h às 17h; quinta das 13h às 22h; sábado e domingo das 13h às 19h.

FIGURA 5.9 - Foto da exposição com as visitas guiadas.



Fonte: Acervo Pessoal.

Os questionários ficaram à disposição de qualquer visitante do espaço durante o período avaliado e o preenchimento deles foi opcional, de acordo com as regras de visitação do CIECC. Adicionalmente, mesmo não sendo o objetivo do trabalho, outros visitantes também solicitaram participar da pesquisa, como professores da educação básica, pós-graduandos etc. E os resultados obtidos foram de nove questionários de alunos do Ensino Médio e seis questionários de visitantes gerais, que já possuem Ensino Médio Completo.

Durante algumas das visitas guiadas, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com os estudantes de primeira a terceira série do EM, de acordo com

as perguntas dos questionários, com os alunos que estavam interagindo com a exposição.

É importante ressaltar que o uso das entrevistas e dados observacionais revelou-se uma importante alternativa para avaliar a abordagem da exposição, uma vez que os alunos das visitas guiadas não tinham muito tempo no espaço, que se apresentava repleto de atividades. Parte dessa metodologia se assemelha a apurada técnica de investigação museológica - (PNM, FALK et al., 1998), que consiste em investigar a fundo o tempo dedicado a cada parte da exposição, o conhecimento adquirido e o grau de satisfação do visitante, considerando a observação e a aplicação de entrevistas, antes e após a interação com a mostra. Entretanto, essa técnica não pode ser aplicada integralmente, pois a coleta de dados ficaria comprometida pelo estabelecimento de tempo em cada espaço e a presença de outras atividades em um mesmo espaço.

Assim, durante as visitas, foram feitas observações e anotados os comentários dos alunos e professores, assim como seu comportamento e sua linguagem corporal.

Os resultados estão apresentados de acordo com as perguntas elaboradas para o questionário, considerando ambas: aplicações dos questionários e entrevistas. Primeiro, estão dispostos os resultados referente à primeira pergunta, depois as respostas da quinta pergunta, seguida pela categorização dos resultados obtidos nas segunda, terceira e quarta perguntas.

Os conceitos químicos, relacionados à primeira pergunta, identificados nas entrevistas, como pressão, temperatura, mudança de fase, densidade, interação eletrostática, entre outros, foram parecidos com os dados avaliados nos questionários e estão dispostos na Figura 5.10 e 5.11, de acordo com a quantidade de vezes citado, a fim de proporcionar uma melhor visibilidade dos resultados.

FIGURA 5.10 – Conceitos Químicos identificados na exposição pelos alunos.

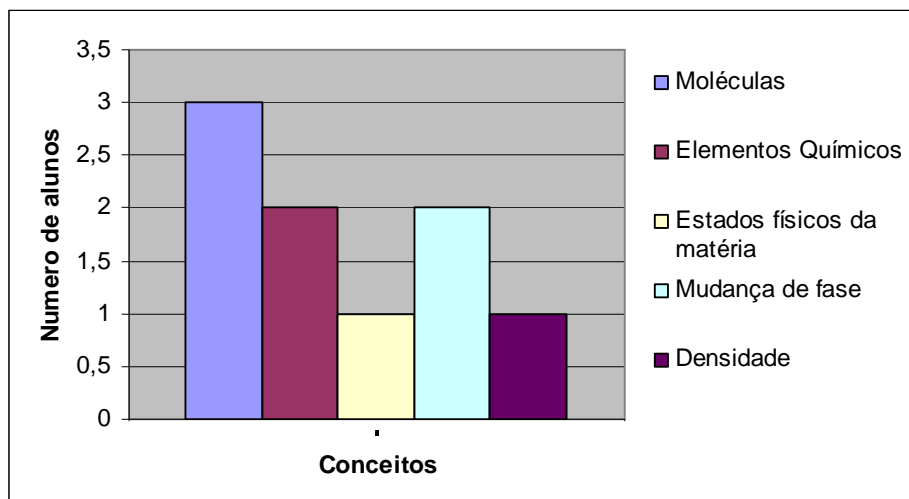
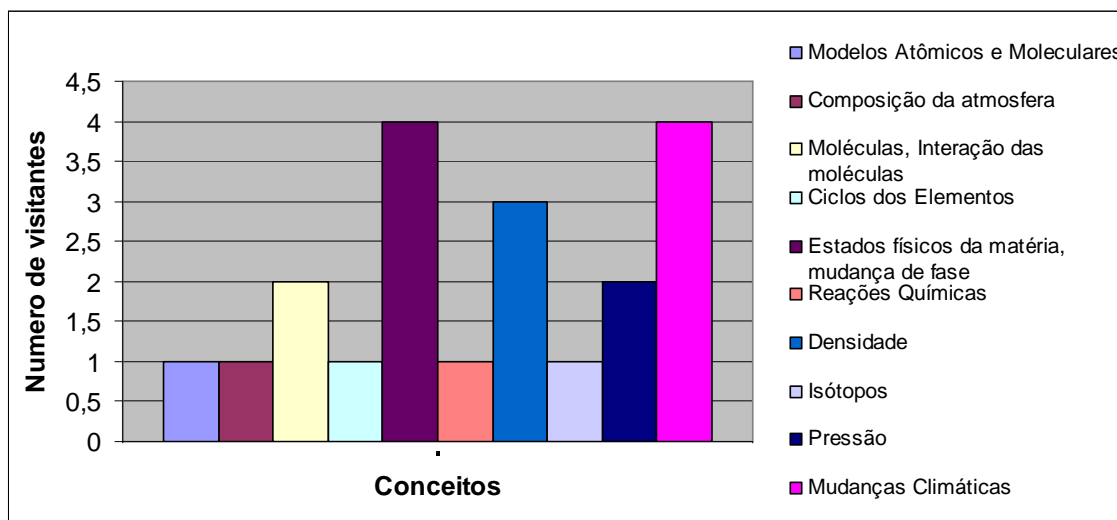


FIGURA 5.11 – Conceitos Químicos identificados na exposição pelos visitantes.



Ao avaliar as respostas, percebe-se que os alunos que já tiveram contato maior com a química (estudantes da terceira série ou graduação) obtiveram uma resposta mais completa, enquanto aqueles que estão no primeiro contato (ou seja, primeira série) citaram apenas os conceitos aprendidos. É importante salientar que, durante a interação com a exposição, os alunos não viram apenas os conteúdos apresentados nas respostas e acredito que outros conteúdos não foram ressaltados pela falta de conhecimento por parte do estudante sobre o assunto, como por exemplo, alunos da primeira série do EM.

O termo “mudanças climáticas”, considerado como um conceito relatado durante as respostas dos alunos merece destaque, pois foi utilizado como uma

temática para abordar os conceitos de química. Assuntos relacionados às mudanças climáticas é um tema que merece ser discutido em museus por se tratar de um local que tem certa influência perante a sociedade e ocupa uma posição de transmitir informações confiáveis (CAMERON et al., 2013). Cameron e colaboradores (2013) realizaram um estudo destacando a importância de assuntos relativos às mudanças climáticas em museus e espaços científicos, além de sua representação associada às ciências, tanto para respaldar a importância do conhecimento, por todos, das questões ambientais vigentes, quanto para servir de temática para trabalhar a aprendizagem de ciências. Esse estudo atual reforça o presente trabalho pelo resultado apresentado pelos alunos como o reconhecimento dos conceitos abordados, que representam os conceitos utilizados nas mídias produzidas.

A quinta pergunta do questionário representa uma caracterização da exposição por meio de notas dadas pelos alunos a alguns quesitos. Os resultados estão dispostos nas tabelas 5.1 e 5.2:

TABELA 5.1 - Avaliação da resposta dos alunos para a 5ª pergunta.

	Nota mínima	Nota máxima	Média
Geral	9	10	9,9
Caráter Educacional	9	10	9,8
Criação e Produção	7,3	10	9,2
Clareza	8	10	9,6

TABELA 5.2 - Avaliação da resposta dos visitantes para a 5ª pergunta.

	Nota mínima	Nota máxima	Média
Geral	7	10	9,2
Caráter Educacional	8	10	9,6
Criação e Produção	6	10	8,9
Clareza	8	10	9,6

Ambas as tabelas mostram que a exposição recebeu notas consideradas altas, demonstrando a satisfação do visitante com a exposição, por meio das sessões abordadas, e com o propósito educacional. A categoria de criação e

produção apresentou um maior intervalo de notas, assim como as notas mais baixas em ambos os gráficos. Acredita-se que isso se deve ao fato da exposição apresentar respaldo para uma melhora em sua produção, a ser considerada as outras exposições que fazem parte do mesmo ambiente. Entretanto, é importante salientar que a exposição tem um caráter econômico frente ao propósito do projeto, de modo que uma exposição com grande apelo físico precisa de uma execução orçamentária adequada.

As notas apresentadas para as categorias respaldam a discussão feita para a produção do material didático, evidenciando o bom resultado obtido.

Em relação às respostas da segunda, terceira e quarta perguntas, os alunos consideraram o aprendizado de maneira informal mais interessante e mais eficaz que o aprendizado convencional e os resultados foram agrupados em três categorias:

O papel da interatividade no aprendizado

- prática e teoria

O aprendizado fora da sala de aula

- a mediação

A aprendizagem por meio da associação com outras exposições

O papel da interatividade no aprendizado – prática e teoria

As simulações representaram o tipo de mídia mais adotado durante as interações, como observado pela pesquisadora. Grande parte dos comentários e respostas dadas em entrevistas e questionários teve relação direta com as simulações. Assim, muitos alunos consideraram as simulações uma alternativa “prática” para aprender conceitos químicos.

Houve muitos comentários e respostas relacionando o uso das simulações ao aprendizado, utilizando a prática (13 comentários), como o comentário do aluno 1.

(...) melhor porque é mostrado na prática. (aluno 1)

Ou ainda a associação estabelecida pelo aluno 2:

É melhor que no livro, você consegue visualizar como acontece”
(aluno 2)

A utilização de simulações não é caracterizada como uma metodologia de aprendizagem prática. A prática do aprendizado é relacionada com o desenvolvimento de ações baseadas na realidade. Já as simulações se apresentam como um ensaio em que é possível interagir, de maneira aleatória, com determinados fenômenos, em que cada ação pessoal traduz uma resposta, já considerada pelo autor das simulações diferente da prática que está exposta a qualquer intervenção espacial. Perante esses fatos, como explicar a incidência de tantos comentários relacionando as simulações ao aprendizado prático?

É possível considerar que o uso das simulações, associadas à tecnologia e proporcionando diferentes resultados de acordo com a interação do aluno, apresenta-se mais próximo à realidade que a utilização de abordagem teórica. Assim, considerando essa abordagem que o aluno consegue controlar, o que lhe permite ter certa liberdade e domínio, além de se apresentar mais próxima da sua realidade, pela utilização de tecnologias que se faz presente no seu dia-a-dia, se torna algo diferenciado e por eles considerada “prática” em comparação a uma abordagem mais teórica.

Segundo Gilbert e Stocklmayer (2001), a experiência proporcionada por uma exposição interativa é possível porque é manipulada como uma representação analógica de um fenômeno do mundo real.

A associação estabelecida pelos estudantes entre as simulações ou objetos interativos e o aprendizado prático é respaldada pelas categorias, segundo classificação de interatividade, estabelecida por Wagensberg (2000), em especial a segunda categoria. A primeira classificação busca a emoção provocadora por meio da manipulação de objetos, demonstrada no projeto por meio da interatividade; a segunda volta-se para a reflexão e a associação de ideias, entre conceitos científicos e o cotidiano, ou seja, a associação ao real e, no caso do propósito do trabalho, a utilização de vários tipos de mídias. Finalmente, a terceira valoriza a cultura, utilizando temáticas com apelo de necessidade ou que criem identidades com as comunidades regionais, sendo que este último parâmetro ressalta a importância da temática abordada no trabalho.

Segundo o autor, a presença das três categorias indica que a exposição demonstra um bom grau de aprendizagem.

O aprendizado fora da sala de aula

A aprendizagem como uma alternativa fora da sala de aula se mostrou bastante evidente nas respostas e comentários dos alunos. Mesmo considerando que muitas dessas atividades fazem parte da metodologia praticada por alguns professores dentro da sala de aula, e que o público participante desta pesquisa representa alunos de uma escola considerada de alto padrão, é possível inferir que aulas associadas à adoção de atividades semelhantes sejam bastante prováveis nesta escola. Ainda assim, muitos alunos promoveram a comparação com as salas de aula, como nos comentários relacionados:

Muito mais legal que na escola (aluno 2; aluno 3 e aluno 4);
Eu queria que na escola fosse assim (aluno 1).

A diferença entre a abordagem feita fora da sala de aula e o ambiente escolar caracterizado pelos alunos pode indicar que o Centro de Ciências promoveu a aprendizagem de conceitos, se destacando como uma importante extensão do trabalho do professor na sala de aula, uma vez que os comentários se associaram a escola, que representa o local onde é promovido o aprendizado. Isso é evidenciado também nos comentários:

Aqui não é enjoativo. Tem mais gente pra explicar (aluno 5);
Didaticamente muito melhor, me chamou a atenção (aluno 2).

Muitos desses comentários se devem a apresentação cenográfica da exposição que aparece diferente do habitual. Segundo Girault e Guichard (2000), o apelo estético cria um impacto emocional que estimula o interesse do visitante e favorece a memorização.

Ainda, outros comentários relativos ao aprendizado fora da sala de aula merecem destaque, como:

Muito interessante, ela esclarece dúvidas que eu posso ter nas aulas. (aluno 7)

Nesse comentário, o aluno parece utilizar os centros para concretizar o aprendizado, de modo que essa manifestação pode ser entendida pela quantidade de alunos que o professor dispõe em sala de aula, assim como as diferentes velocidades de raciocínio e assimilação de cada aluno (GRIFFIN, 2004). Ainda, os estudantes parecem julgar importante a presença de monitores para a mostra. Comentários como “tem mais gente pra explicar” e a possibilidade de tirar dúvidas pessoais explicitam ser essencial o papel de mediadores em exposições (GRUZMAN; SIQUEIRA, 2007).

A mediação se refere à promoção de diálogos, que permitem superar os limites da interação direta do visitante e ir além do que já conhecem, permitindo a construção do conhecimento; ou seja, tem importância fundamental para evitar que o visitante fique sem respostas para as suas dúvidas e para facilitar o raciocínio científico na busca de novo conhecimento (MARANDINO, 2008).

A discussão do aprendizado fora da sala de aula, nesse caso considerada uma vantagem, é feita por acondicionar os interesses dos diferentes públicos que os frequentam, proporcionando “expansão e constante reflexão de seu papel educativo, favorecendo a formação de indivíduos críticos, ativos e participativos” (GRUZMAN; SIQUEIRA, 2007. p.421).

Os museus e centros de ciências são considerados bons educadores, pois os ambientes proporcionam experiências pessoais de aprendizagem para todo o tipo de público, estimulam a inclusão social e conseguem criar identidade com o mais variado público. (FALK; DIERKING, 2000; MARTIN; TOON, 2005). Em outro comentário:

Vantagem – interessante; desvantagem - não tem prof. perto. (aluno 6).

O aluno atribui a presença física do professor como importante no processo de aprendizagem, talvez não assimilando a presença dos monitores no espaço, ao associar o aprendizado à padronização social que representa a escola. Esse é um

ponto importante e que merece atenção, pois os centros de ciências representam uma nova cultura no mundo moderno (MCMANUS, 1992) e talvez a formação social do indivíduo não se apresente no mesmo ritmo que o desenvolvimento desse tipo de educação não formal, por se tratar de uma cultura moderna. Ainda é importante relatar que, como membro da equipe do CIECC, é notável que a população visitante do Centro represente cerca de 1% da população da cidade e que, a frequência desses visitantes, por mais que demonstrem interesse e elogiem a iniciativa, ainda é pouca. Segundo Griffin (2004), nos museus e centros de ciências, os alunos possuem controle próprio dos seus movimentos e “estilos de aprendizagem” (p. 67), diferentemente da escola, o que pode tornar o aprendizado nos museus mais interessante, de acordo com as necessidades e satisfação do aluno. Griffin (2004) ainda ressalta a importância dos centros de ciências como complemento da sala de aula; isso é evidenciado no aumento das “viagens de campo” escolares.

A aprendizagem por meio da associação com outras exposições

Esta categoria representa os dados dos alunos que tiveram relação com outras exposições do espaço. É muito comum o aprendizado por meio da curiosidade. FALK e colaboradores (1998) afirmam que correlações promovem o aprendizado, por se tratar de curiosidades geradas no pensamento dos alunos, como:

Expor as contrapropostas a respeito do tema (visitante 1) - relacionando a uma sugestão para a exposição.

Nesse caso, é provável que o visitante tenha tido contato com exposições que proporcionaram contrapropostas e, ao interagir com a mostra, teve a curiosidade de ter informações relativas à contra proposta. Ainda, algumas respostas dos alunos ilustram esta categoria como:

Melhor visualização (fonte muito pequena) (visitante 1) - relacionando a uma sugestão para a exposição.

Que ela possa ser disponibilizada para os professores, principalmente da rede pública de ensino. (visitante 2) - relacionando a uma sugestão para a exposição.

Demonstrações da química no corpo humano (aluno 3) – relacionando a uma sugestão para a exposição.

Pode até entrar no museu – referindo-se à interação com exposições de outros museus. (aluno 7)

Algumas das respostas não apresentam necessariamente uma vantagem da exposição e sim o contrário, pois revelam a associação que os alunos fazem naquele ambiente de aprendizagem, sugerindo uma alternativa que ele considere mais adequada para a aprendizagem, como pode ser observada no comentário: “Melhor visualização (fonte muito pequena)”. Acredita-se que o aluno fez essa inferência porque mostras museológicas têm a característica de apresentar uma estética visível a longa distância, por conta do ambiente amplo. Assim, o tamanho da fonte trabalhado no computador apresenta-se diferente do que o visitante tem experimentado.

Já na frase: “Demonstrações da química no corpo humano”, o aluno apresenta a condução da linha de pensamento associada a outra exposição, que provavelmente foi visitada pela estudante algum momento antes de sua relação com a exposição trabalhada neste projeto, como pode ser vista na Figura 5.12, em que, ao lado da exposição “A Química do Aquecimento Global”, encontram-se algumas mostras relativas ao corpo humano.

FIGURA 5.12–Exposições sobre o corpo humano ao fundo da foto interagindo com a mostra “A Química do Aquecimento Global”.



Fonte: Acervo pessoal

Houve muitos comentários acerca do acesso a exposições similares em outros museus de ciências, estimulando o gosto pela aprendizagem. Gruzman e Siqueira (2007) dizem que a relação museu e meios de comunicação deve ser estreita, pois estes ocupam um papel fundamental no “novo espaço público contemporâneo” (p.420), pois são verdadeiras “instâncias pedagógicas” (p.420).

Ainda, outros fatores e considerações obtidos em entrevistas e questionários merecem discussão, assim como algumas observações feitas pela pesquisadora, pois relatam a importância dos Centros de ciências e justificam as categorias apresentadas.

- Na questão “Qual a influência desta exposição sobre o seu aprendizado voltado ao tema? Quais as vantagens e desvantagens entre o aprendizado em um centro de ciências em comparação a uma aula escolar?”, houve um maior número de respostas evidenciada nos questionários e também nas entrevistas em relação às outras questões, o que evidencia, apesar de notar um padrão nas respostas, que a questão realmente gerou nos estudantes algum estímulo e reforça a importância dos Centros de Ciências.

- Durante as visitas agendadas para o período, turmas de outra faixa etária também interagiram com a exposição (Figura 5.13), indicando que a mostra é

adaptável à abordagem de uma grande faixa etária, que é uma característica de centros de ciências, (fazer a exposição para vários públicos). Pode-se notar o interesse de turmas de faixas etárias diferentes durante o período de avaliação, tanto no jogo da memória, quanto nos softwares, indicando o interesse pela temática ambiental.

FIGURA 5.13 - Alunos de sexto ano interagindo com a exposição



Fonte: Acervo Pessoal

- Um professor perguntou se podia levar a exposição para a sala de aula. Uma alternativa de visita ao CIECC é o professor ministrar a aula no Centro, mas, nesse caso, a mostra comporta poucos alunos por vez. Portanto, a solução aplicada seria a criação de um museu virtual para utilizar em sala de aula, que representa uma nova modalidade na cultura de Centros de Ciências e que muitos museus já aderiram. Esse comentário demonstra a satisfação de visitantes já graduados e que atuam na área de ensino, o qual reforça a importância da exposição para o ensino.

- Alunos de terceira série e faculdade ficaram mais tempo que alunos da primeira série nas mostras. Isso pode ser explicado pelo fato dos alunos da primeira série estar iniciado os estudos acerca das ciências.

- Muitos alunos mostraram grande interesse pelas simulações. Teve uma visita, em 08 de maio, em que os alunos fizeram filas em uma só simulação e não

quiseram ir embora quando o monitor os conduzia a outro espaço, e, um comentário desse momento que reforça a consideração é:

Vamos ver mais aqui (falou um aluno para o monitor que os conduzia para outro espaço).

- Muitos estudantes falaram sobre a interação que a exposição estabelece com outros museus como sendo algo que desperta a curiosidade e o interesse do visitante.

- Para algumas turmas das visitas guiadas, houve uma introdução sobre a mostra, quando a exposição era introduzida na apresentação do espaço, que é dada pelos monitores no início de cada espaço, os alunos ficavam mais animados e se interessavam ainda mais pela exposição. Isso pode acontecer porque as outras atividades do espaço - com o apelo estético e o pouco tempo de visita nos espaços - de certa forma, 'atrapalhem' a primeira interação com a mostra.

- Durante as entrevistas junto aos alunos da primeira série do Ensino Médio, foi perguntado se eles reconheciam assuntos de química na mostra e eles responderam que sim, mas não sabiam responder, no mesmo momento, exatamente quais conceitos eram. Após alguns segundos compreenderam melhor a relação com a química e já eram capazes de dizer alguns conceitos químicos simples. Nesse sentido, acredito que eles não perceberam que estavam aprendendo química de maneira direta e encararam as simulações como uma brincadeira.

- O comportamento dos estudantes demonstrou a satisfação destes com a mostra enquanto interagiam com todos os módulos, como pode ser observado nas Figuras 5.14, 5.15 e 5.16.

FIGURA 5.14 - Estudantes da ETEC “vibrando” no Jogo da Memória.



Fonte: Acervo pessoal.

FIGURA 5.15 – Estudante interagindo com o software.



Fonte: Acervo pessoal.

FIGURA 5.16 – Estudantes interagindo com o software.



Fonte: Acervo pessoal.

De acordo com os dados e expressões corporais explicitadas por algumas das fotos apresentadas, o comportamento dos alunos demonstrou o grande interesse pelas atividades propostas pela exposição, indicando curiosidade, espírito de jogo e assimilação de conteúdo a partir de discussões iniciadas pelos próprios estudantes.

CAPÍTULO 6

6.1. Considerações Finais

Perante o disposto, o desenvolvimento e produção das mídias e dos jogos mostraram-se uma maneira adequada de aproximar os visitantes dos conceitos químicos vinculados ao aquecimento global por meio da interatividade. É possível afirmar que as atividades propostas contribuíram, de maneira significativa, para o aprendizado dos alunos acerca dos conceitos abordados, tanto de forma a estimulá-los a buscar respostas e despertar a curiosidade, quanto como um complemento importante da sala de aula.

Como resultado das avaliações feitas com os visitantes, nota-se que a temática ambiental abordada foi satisfatória e mostrou ser uma grande aliada na promoção da compreensão dos conceitos químicos abordados.

A educação não formal, realizada em um centro de divulgação científica, apresentou-se como um importante fator no aprendizado do aluno, de acordo com as suas necessidades e limitações, proporcionando o necessário para que esse obtivesse satisfação por meio de uma aprendizagem prazerosa.

De acordo com o presente trabalho, também foi possível inferir quanto às formas de produção e avaliação da aprendizagem de estudantes. A produção de exposições com o caráter educativo deve ser planejada com a intenção de se utilizar temáticas atuais, pois os museus e centros de ciências são instituições com potencial influência para a popularização da ciência e criação de cultura científica junto à sociedade. A mostra deve considerar a importância do caráter estético para incentivar a procura e primeiro contato, estimular outros sentidos, além de proporcionar uma maior interação e algum tipo de interatividade para demonstrar liberdade aos comandos do visitante, de tal maneira que seja possível esperar manifestação ou resposta à atividade ou pergunta colocada, ou mesmo gerando curiosidade.

A análise da influência na aprendizagem dos alunos em ambientes museológicos e centros de ciências deve se pautar principalmente no comportamento e comentários espontâneos ocorridos durante a visita. Ainda, devem-se considerar todos os fatores envolvidos na visita, desde os

conhecimentos prévios dos visitantes à intenção de visitar (lazer, aquisição de conhecimento), à maneira como ocorreu a visita (se foi com tempo controlado ou por vontade própria) e ao ambiente físico da exposição.

A influência do ambiente físico em que a mostra se encontra é fundamental na análise dos resultados, pois pode criar expectativas, comparação – nem sempre vantajosas – e gerar correlações entre os assuntos. Isso pode representar uma vantagem, pois instiga os alunos a buscar informações além da abordagem da exposição. Nesse sentido, observou-se que a presença de monitores ou especialistas era fundamental para tirar dúvidas ou até mesmo estimular o visitante, iniciando discussões e correspondendo às expectativas de aprendizagem dos visitantes, trabalhando estratégias de comunicação entre os visitantes e as exposições.

O Centro Integrado de Educação Ciência e Cultura, a partir dos resultados e discussão apresentados, reforça o objetivo de montar um espaço reservado, mas integrado para esta exposição, além de planejar a construção de um espaço virtual destinado à disponibilização de suas mostras para o trabalho em parceria com os professores, inclusive em sala de aula.

Para futuras pesquisas, é importante considerar outras metodologias de análise e realizar as avaliações com diferentes possibilidades de público, espaço e tempo, descrevendo e levando em consideração todo e qualquer tipo de interferência que o local e o público possam apresentar. Assim, é possível relatar os resultados apresentados de maneira a definir vantagens e desvantagens da proposta pedagógica para que, após a análise de sua aplicação em centros de divulgação científica, possa se desenvolver e produzir materiais cada vez mais integrados às necessidades, aprendizagem científica e satisfação da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES-MAZZOTTI, A.J.F.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998. 203p.

ANDRÉ M.E.D.A. Textos, contextos e significados: Algumas questões na análise de dados qualitativos. **Caderno de Pesquisa**, n. 45, São Paulo, 1983. p.66-71.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA. **Centros e museus de ciência do Brasil 2009**. Rio de Janeiro: UFRJ. FCC. Casa da Ciência: Fiocruz. Museu da Vida, 2009. Disponível em <http://www.museudavida.fiocruz.br/media/Guia_2009_completo.pdf>. Acesso em: julho/2011.

BACON, V. A. Correio do Brasil. Disponível em: <<http://correiodobrasil.com.br/a-falta-de-professores-de-exatas-e-a-escassez-de-cientistas-no-brasil/162340/>>. Acesso em: set/ 2010.

BARRO, R.; LEE, J.W. , **A New Data Set of Educational Attainment in the World, 1950-2010**. NBER Working Paper No. 15902, 2010. Disponível em: <<http://www.barrolee.com/data/yrsch2.htm>>

BITGOOD, S.; SERREL, B. The impact of informal education on visitors to museums. In: CRANE, V.; NICHOLSON, H.; CHEN M.; BITGOOD, S. **Informal Science Learning. What the research says about television, science museums, and community-based projects**. USA, Research Communications Ltd, 1994. p.61-106.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994. 335p.

BRASIL. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE. 2010. Disponível em: <www.seade.gov.br>. Acesso em: julho/2011.

BRASIL. Ministério da Educação - Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais. Indicadores Nacionais de Educação, 2011. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/indicadores-educacionais>>. Acesso em: jan/2013.

BRITO, F. Experimentando a mediação: desafio constante. In: Workshop Sul-Americano & Escola de Mediação em Museus e Centros de Ciência. Rio de Janeiro: Museu da Vida, 2008. p.39-44.

CACHAPUZ, A. E. **Perspectivas de Ensino**. Centro de Estudos de Educação em Ciência (CEEC) – Porto, 2000. 79p.

CAMERON, F; HODGE, B; SALAZAR, J.F. Representing climate change in museum space and places. **WIREs Clim Change** v.4, 2013. P.9–21.

CARDOSO, S. P; COLINVAUX, D. Explorando a Motivação para Estudar Química. **Química Nova**. Ijuí, UNIJUÍ, 2000. p.401 – 404.

CAZELLI, S. Alfabetização Científica e os Museus Interativos de Ciência. **Dissertação de Mestrado** do Programa de Pós Graduação em Educação da PUC-RJ, Rio de Janeiro: 1992. 163p.

CAZELLI, S.; QUEIROZ, G.; ALVES, F. FALCÃO, D. VALENTE, M.E.; GOUVÊA, G.; COLINVAUX, D. Tendências pedagógicas das exposições de um museu de ciências. In: GUIMARÃES, V.; SILVA, G.A. **Implantação de Centros e Museus de Ciências**. Rio de Janeiro: 2002. p.208 – 218.

CHAGAS, I. Aprendizagem não formal/ formal das ciências. Relações entre os museus de ciência e as escolas. **Revista de Educação**, v.3, Lisboa: 1993. p.51-59

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí, 2001. 438 p.

CHELINI, M. J. E.; LOPES, S.G.B. DE C. Exposições em museus de ciências: Reflexões e critérios para análise. **Anais do museu paulista**. V.16, n.2 São Paulo: 2008. p. 205 – 238.

COLINVAUX, D.. Museus de ciências e psicologia: interatividade, experimentação e contexto. *História, Ciências, Saúde: Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 12, suplemento, p. 79-91, 2005.

CONTI, J.B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. São Paulo: **Revista do Departamento de Geografia**, 2005.p.81-87.

DAVALLON, J. **Claquemurer, pour ainsi dire, tout l'univers. La mise en exposition**. Paris: Éditions du Centre Georges-Pompidou, 1986. p. 7-16.

_____. Peut-on parler d'une "langue" de l'exposition scientifique? In: SCHIELE, Bernard (Coord.). **Faire voir, faire savoir: la museologie scientifique au présent**. Canada: Musée des Civilisations, 1989. p. 47-59.

DEAN, D. **Museum Exhibition: theory and practice**. New York: Routledge, 2003. 177 p.

DELEUSE, G.; GUATTARI, F. **Mil Platôs – Capitalismo e Esquizofrenia**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1995. 120p.

FAHL, D.D. Marcas do ensino escolar de Ciências presents em Museus e Centros de Ciências. **Dissertação de mestrado**. Programa de Pós Graduação em Educação – Unicamp, Campinas: 2003. 203p.

FALK, J.H.; MOUSSOURAIN, T.; COULSO, D. The Effect of Visitors' Agendas on Museum Learning. **Curator** 41/2, 1998. p.107 – 119.

_____; DIERKING, L.D. **Learning from Museums: Experiences and the Making of Meaning**. Walnut Creek, CA: AltaMira Press, 2000. 273p.

FARIAS, C.R.A.; FREITAS, D. Educação ambiental e relações CTS: Uma perspectiva Integradora. **Ciência e Ensino**, v.1, 2007. 13p.

FERNANDES, E.; COSTA, C. Computadores: Janelas para o Mundo. *Revista Escola*, 2009. Disponível em: < <http://revistaescola.abril.com.br/politicas-publicas/planejamento-e-financiamento/computadores-janelas-para-o-mundo-519520.shtml>> Acesso em: fev/2013.

GASPAR, A. A Educação Formal e a Educação Informal em Ciências. **Ciência e Público**: 1990. p.171- 183.

GILBERT, J.K.; STOCKLMAYER, S. The Design of Interactive Exhibits to Promote the Making of Meaning. **Museum Management and Curatorship**, Vol. 19, No. 1, pp. 41–50, 2001

GIRAULT, Y.; GUICHARD, F. Spécificité de la didactique muséale en biologie. In: EIDELMAN, Jacqueline; VAN-PRAËT, Michel (Org.). **La muséologie des sciences et ses publics. Regards croisés sur la Grande Galerie de l'Évolution du Muséum national d'histoire naturelle**. Paris: Presses Universitaires de France, 2000. p. 63-74.

GRIFFIN, J. Learning science through practical experiences in museums. **International Journal of Science Education**, London, v. 20, n. 6, 1998. p. 655-663.

_____. Research on Students and Museums: Looking More Closely at the Students in School Groups. **Wiley Periodicals, Inc**, 2004. p.59 – 70.

GUHA-SAPIR, D.; VOS, F.; BELOW, R.; PONSERRE, S. **Annual Disaster Statistical Review 2010. The numbers and trends**. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) - Université catholique de Louvain – Brussels, Belgium, 2011. 42p.

GRUZMAN, C.; SIQUEIRA, V.H.F. O papel educacional do Museu de Ciências: desafios e transformações conceituais **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** Vol. 6, Nº 2, 402-423 (2007).

HODGE, Robert; D'SOUZA, Wilfred. The museum as communicator: a semiotic analysis of the Western Australian Museum Aboriginal Gallery, Perth. In: HOOPER-GREENHILL, Eilean (Ed.). **The educational role of the museum**. 2. ed. London: Routledge, 1999. p. 53- 63.

HURD, P.D. Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. **Science Education**, v.82, n.3, 1998, p.407 – 416.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da População por Município, 2012. Disponível em: < www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2012 >. Acesso em: dez/2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2011>>. Acesso em: dez/2012.

JACOBI, P. Educação Ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Caderno de Pesquisa**, n.118, São Paulo: 2003. p.189-205.

JAVLEKAR, V.D. Learning Scientific Concepts in Science Centers. In: **Theory, Research and Practice**. Jacksonville: The Center of Social Design, 1991. p. 168-179.

JENSEN, N. Children's perceptions of their museum experiences: A contextual perspective. **Children's Environments**, 1994. p.300-324.

KNUTSON, T. R.; MCBRIDE, J.L.; CHAN, J.; EMANUEL, K.; HOLLAND, G.; LANDSEA, C.; HELD, I.; KOSSIN, J.P.; SRIVASTAVA, A.K.; SUGI, M. Tropical Cyclones and Climate Change. **Nature Geoscience**, 2010. p.63-157.

LAUGKSCH, R.C. "Scientific Literacy: A Conceptual Overview", **Science Education**, v.84, n.1, 2000.p.71-94.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**. São Paulo: Editora 34, 1993. 108p.

LIMA, K. E. C.; VASCONCELOS, S. D. Análise da metodologia de ensino de ciências nas escolas da rede municipal de Recife. **Ensaio**, v.14, n.52, 2006. p. 397-412.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens Qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1986. 99p.

MARANDINO, M.; IANELLI, I.T. Modelos de Educação em Ciências em Museus: análise da Visita Orientada. **Revista Ensaio**, v.14, n.1 – Belo Horizonte, 2012. p.17-33

_____; (org). **Educação em museus: a mediação em foco**. Geenf/ FEUSP, São Paulo:2008.48p.

_____; SILVEIRA R.V.M.; CHELINI, M.J.; FERNANDES, A.B.;RACHID, V.; MARTINS, L.C.; LOURENÇO, M.F.; FERNANDES, J.A.; FLORENTINO, H.A. A Educação Não Formal e a Divulgação Científica: O que pensa quem faz? IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2004.

MARQUES, C. A.; COELHO, J. C.; GONÇALVES, F. P.; LINDEMANN, R. H.; MELLO, L. C.; OLIVEIRA, P. R. S.; ZANPIRON, E. A. Visões de meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de química na escola média. **Química Nova**, v.30, n.8, 2007.p.2043-2052.

MARTIN, L.M.W.; TOON, R. Narratives in a Science Center: Interpretation and Identity. **Curator**, v.48, 2005. p.407 – 425.

MASSARANI, L.; MERZAGORA, M.; RODARI, P. **Diálogos & Ciência: Mediação em museus e centros de ciência**. Rio de Janeiro: Museu Da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/ Fiocruz, 2007. 92p.

MCLEAN, K. Planning for people in museum exhibitions. **Association of Science-Technology Centers**. Washington, DC, 1993. 196 p.

MCMANUS, P.M. Topics in Museums and Science Education. **Studies in Science Education**, v. 1992. p. 157-182.

MELLO, I. C. DE **O Ensino de Química em Ambientes Virtuais**. Cuiabá: EdUFMT, 2009. 294p.

MENEZES, A. Múltiplos olhares sobre um museu de ciências. **Jornal da Unicamp**, Campinas, ed. 225, 2003. p.11. disponível em: http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/agosto2003/ju225pg11.html, acesso em: fev/2013.

MILES, R. S. **The design of educational exhibits**. 2. ed. rev. London: Unwin Hyman, 1988.198 p.

MINTZES, J.J., WANDERSEE, J.H., NOVAK, J.D. **Ensinando Ciência para a Compreensão**, Lisboa: Plátano Editora, 2000. p. 194-205.

MOBERG, A.; SONECHKIN, D.M.; HOLMGREN, K.; DATSENKO, N.M.; KARLÉN, W. "Highly variable Northern Hemisphere temperatures reconstructed from low- and high-resolution proxy data". **Nature** 443, 2005. p. 613-617.

MORAES, M.C. Informática Educativa no Brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas **Revista Brasileira de Informática na Educação**, n.1,1997. p.19-44.

MOURA, M.Z.DA S. No discurso de professores, a formação para o trabalho com computadores no contexto escolar. **Formação de professores GT 8**, FUNREI/UFJF, 2002. (Disponível em: <www.anped.org.br>, acesso em: jan/2013).

MOREIRA, I. DE C. A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil. **Inclusão Social**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 11-16, abr./set. 2006.

NARDI, R. **Pesquisa em ensino de Física**. São Paulo, SP: Editora Escrituras, 1998. 152p.

OLIVEIRA, R.I.R.; GASTAL, M.L.de A. Educação Formal fora da sala de aula – Olhares sobre o Ensino de Ciências utilizando espaços não-formais. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências. Florianópolis: 2009. 11p.

OPPENHEIMER, F. A Rationale for a Science Museum. **The Museum Journal**, 1968. 206p.

PÁDUA, S.; TABANEZ, M. **Educação ambiental: caminhos trilhados no Brasil**. São Paulo: Ipê, 1998. 283p.

PENHA, S.P.DA. Atividades Sociocientíficas em Sala de Aula de Física: As Argumentações dos Estudantes. São Paulo, 2012. **Tese de doutorado – USP**.

PNUD. Relatório do Desenvolvimento Humano. **Sustentabilidade e Equidade: Um Futuro Melhor para Todos**. Nova York, 2011. 183p.

PNUMA. Integração entre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento: 1972 - 2002. In: _____. **Perspectivas do Meio Ambiente Mundial (GEO 3)**. Ecuador, 2002. p.1-183. (disponível em: <http://www.unep.org/geo/geo3.asp>).

PINTO, V.M.M. Módulos interactivos de química em centros e museus de ciência. 2007. **Dissertação** (Mestrado em Química para o Ensino) - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2007. 154p.

PRETTO, N.L. **Uma escola sem/com futuro: Educação e multimídia**. Campinas : Papyrus, 1999. 247p.

POZO, J.I. A Aprendizagem e o Ensino de Fatos e Conceitos In: COLL, C.S.; POZO, J.I.; SARABIA, B.; VALLS, E. **Os Conteúdos na Reforma**. Artmed, 2000. 184p.

ROBLEYER, M.D.; CASTINE, W.H.; KING, F.J. **Assessing the impact of computer-based instruction: A review of recent research**. Haworth Press – Nova York: 1988. 149p.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, 2001. p.95-111.

SANTOS, M.E.N.V.M. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. **Revista CTS**, 2, 2005. p.137-157.

SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M.P DE. Alfabetização Científica: Uma revisão Bibliográfica. **Investigação em Ensino de Ciências** – v16 (1), pp.59-77, 2011.

SILVA, C.R.; GOBBI, B.C.; SIMÃO, A.A. SILVA, C. R. O uso da análise de conteúdo como uma ferramenta para a pesquisa qualitativa: descrição e aplicação do método. **Revista DAE - UFLA**, v.7, n.1, 2005. p.70-81.

SPOCK, M. 'When I grow up I'd like to work in a place like this'. **The Museum Journal** n.43, 2000. p.19-32.

SUANO, M. **O que é Museu**. Editora Brasiliense, São Paulo: 1986. 97p.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. **UNIREVISTA**, Paraná, v. 1, nº 2, , abril 2006. p. 1-12.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. Biblioteca Comunitária. **Guia para apresentação de trabalhos acadêmicos**. Disponível em: <http://www.bco.ufscar.br/servicos/arquivos/site_bco_guiat_academicos_2013>, acesso em: fev/ 2013.

_____. Biblioteca Comunitária. **Guia para elaboração de referências**. Disponível em: <<http://www.bco.ufscar.br/servicos/arquivos/guia-para-elaboracao-de-referencias-2012>>, acesso em: fev/ 2013.

WAGENSBERG, Jorge. Princípios fundamentais de la museología científica moderna. Alambique: **Didáctica de las Ciencias Experimentales**, Barcelona, n. 26, p.15-19, 2000.

_____. The “total” museum, a tool for social change. **História, Ciências, Saúde**: Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 12, suplemento, p. 309-321, 2005.

WHEELER, D. **Quantifying Vulnerability to Climate Change: Implications for Adaptation Assistance**, 2011. 240p. Center for Global Development, Washington, DC. Disponível em: <www.cgdev.org/content/publications/detail/1424759>. Acesso em: nov/2012.

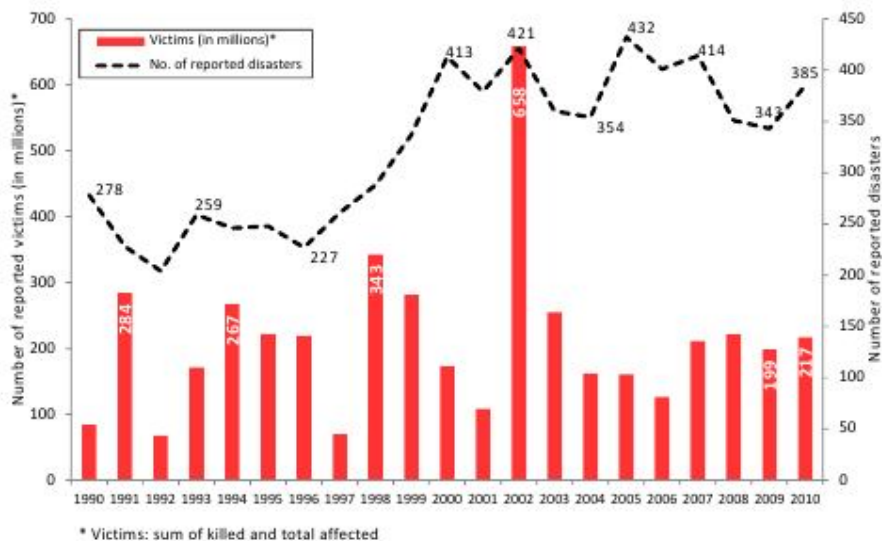
WILLIAMSON, V. M.; ABRAHAM, M. R. The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. **Journal of Research in Science Teaching**, Nova York, v. 32, 1995. p. 521-534.

ZUIN, V. G.; FREITAS, D.; OLIVEIRA, M. R. G; PRUDENCIO, C. A. V. Análise da perspectiva ciência, tecnologia e sociedade em materiais didáticos. **Ciências & Cognição (UFRJ)**, v. 13, 2008. p. 56-64.

ANEXOS

ANEXO A

Gráfico 1 - Número de Desastres Naturais registrados no mundo de 1990 até 2010.



Fonte: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) (2011).

ANEXO B

Relação de Museus e Centros de Ciências do Brasil²⁰

Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência (RJ)
 Associação Brasileira de Divulgação Científica (SP)
 Associação Brasileira de Jornalismo Científico (SP)
 Associação Brasileira de Planetários (SP)
 Aquário de São Paulo (SP)
 Aquário de Ubatuba (SP)
 Aquário do Guarujá (SP)
 Bosque da Ciência (AM)
 Bosque e Zoológico Municipal Dr. Fábio de Sá Barreto (SP)
 Bosque Rodrigues Alves (PA)
 Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da UF RJ (RJ)
 Casa da Descoberta (RJ)
 Casa de Ciência e Tecnologia da Cidade de Aracaju (SE)
 Catavento Cultural e Educacional (SP)
 Centro Cultural da Saúde (RJ)
 Centro Cultural Light (RJ)
 Escola da Ciência – Biologia e História (ES)
 Escola da Ciência – Física (ES)
 Espaço Ciência (PE)
 Espaço Ciência Interativa do IFRJ (RJ)
 Espaço Ciência Viva (RJ)
 Espaço COPPE Miguel de Simoni Tecnologia e Desenvolvimento (RJ)
 Espaço Cultural da Marinha (RJ)
 Espaço da Ciência “Maria de Lourdes Coelho Anunciação” de São João da Barra (RJ)
 Espaço da Ciência de Paracambi (RJ)
 Espaço da Ciência de Três Rios (RJ)
 Espaço UFF de Ciências (RJ)
 Estação Ciência (SP)
 Fundação Cecierj – Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro (RJ)
 Fundação Ecológica e Zoobotânica de Brusque (SC)
 Fundação Jardim Zoológico de Brasília (DF)
 Fundação Jardim Zoológico RIOZOO (RJ)
 Fundação Museu da Imagem e do Som (RJ)
 Fundação Museu do Homem Americano (PI)
 Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro (RJ)
 Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte (MG)
 Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora (MG)

²⁰ A relação está disposta como apresentada pela referência.

Centro de Ciências de Araraquara (SP)
Centro de Divulgação Científica e Cultural (SP)
Centro de Pesquisas Museológicas – Museu Sacaca (AP)
Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price e Museu dos Dinossauros (MG)
Centro Integrado de Ciência e Cultura (SP)
Centro Interdisciplinar de Ciência de Cruzeiro (SP)
Ciência Móvel (RJ)
Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RJ)
Instituto Vital Brazil (RJ)
Jardim Botânico “Valmor de Souza” de Jundiá (SP)
Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria (RS)
Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RJ)
Jardim Botânico de Brasília (DF)
Jardim Botânico de João Pessoa Benjamim Maranhão (PB)
Jardim Botânico de Lajeado (RS)
Jardim Botânico de Salvador (BA)
Jardim Botânico de São Paulo (SP)
Jardim Botânico do Instituto Agrônomo (SP)
Jardim Botânico do Instituto de Biociências de Botucatu (SP)
Jardim Botânico do Recife (PE)
Jardim Botânico Municipal de Bauru (SP)
Jardim Botânico Municipal de Paulínia “Adelelmo Piva Jr.” (SP)
Jardim Botânico Municipal de Santos “Chico Mendes” (SP)
Jardim Botânico Municipal Francisca Maria Garfunkel Rischbieter (PR)
Laboratório de Divulgação Científica (MG)
Laboratório de Divulgação Científica – Ilha da Ciência (MA)
Museu Aeroespacial (RJ)
Museu Anchieta de Ciências Naturais (RS)
Museu Antares de Ciência e Tecnologia (BA)
Museu Antropológico (GO)
Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa – Lapinha (MG)
Museu Arqueológico de Araruama (RJ)
Museu Arqueológico do Rio Grande do Sul (RS)
Museu Botânico “Dr. João Barbosa Rodrigues” (SP)
Museu Botânico Municipal (PR)
Museu Câmara Cascudo (RN)
Museu Casa de Benjamin Constant (RJ)
Museu da Bacia do Paraná (PR)
Museu da Geodiversidade (RJ)
Museu da Justiça do Estado do Rio de Janeiro (RJ)

Museu da Língua Portuguesa (SP)
Museu da Loucura (MG)
Museu da Química Professor Athos da Silveira Ramos (RJ)
Museu da República (RJ)
Museu da Tecnologia (RS)
Museu da Terra e da Vida (SC)
Museu da Vida (RJ)
Museu de Anatomia Humana Professor Alfonso Bovero (SP)
Museu de Arqueologia de Itaipu (RJ)
Museu de Arqueologia de Xingó (SE)
Museu de Arqueologia e Etnologia (BA)
Museu de Arqueologia e Etnologia (SP)
Museu de Artes e Ofício (MG)
Museu de Astronomia e Ciências Afins (RJ)
Museu de Biologia Professor Mello Leitão (ES)
Museu de Ciência & Tecnologia da Bahia (BA)
Museu de Ciência e Técnica da Escola de Minas (MG)
Museu de Ciência e Tecnologia de Londrina (PR)
Museu de Ciências da Natureza José Bonifácio de Andrada Silva (SP)
Museu de Ciências da Terra (RJ)
Museu de Ciências da Terra Alexis Dorofeef (MG)
Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS (RS)
Museu de Ciências Morfológicas (MG)
Museu de Ciências Naturais (RS)
Museu de Ciências Naturais – Ceclimar (RS)
Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do RS (RS)
Museu de Ciências Naturais da PUC Minas (MG)
Museu de Ciências Naturais da Universidade Federal do Paraná (PR)
Museu de Ciências Naturais de Guarapuava (PR)
Museu de Geociências (SP)
Museu de Geologia (RS)
Museu de História Natural (AL)
Museu de História Natural (SP)
Museu de História Natural Capão da Imbuia (PR)
Museu de História Natural de Taubaté (SP)
Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG (MG)
Museu de História Natural “Mozart de Oliveira Vallim” (PR)
Museu de Microbiologia (SP)
Museu de Minerais e Rochas Heinz Ebert (SP)
Museu de Mineralogia e Petrologia Luiz Englert (RS)

Museu de Mineralogia Professor Djalma Guimarães (MG)
Museu de Paleontologia de Marília (SP)
Museu de Paleontologia de Monte Alto (SP)
Museu de Paleontologia Vingt-Un Rosado (RN)
Museu de Sítio Arqueológico Sambaqui da Tarioba (RJ)
Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (SP)
Museu Dinâmico de Ciências de Campinas (SP)
Museu Dinâmico Interdisciplinar (PR)
Museu do Eclipse (CE)
Museu do Homem do Sambaqui “Padre João Alfredo Rhor” (SC)
Museu e Aquário Marinho Itinerante Cristina Portela (PR)
Museu e Centro de Ciências, Educação e Artes Luiz de Queiroz (SP)
Museu Escola Politécnica (RJ)
Museu Exploratório de Ciências (SP)
Museu Geológico da Bahia (BA)
Museu Geológico Valdemar Lefèvre (SP)
Museu Histórico Municipal João Rissatti (PR)
Museu Histórico Nacional (RJ)
Museu Interdisciplinar de Ciências (PR)
Museu Nacional (RJ)
Núcleo Antártico (RS)
Núcleo de Ciências (ES)
Observatório Astronômico e Planetário do Colégio Estadual do Paraná (PR)
Observatório Astronômico Municipal de Diadema (SP)
Observatório Solar Indígena (MS)
Oi Futuro (MG)
Oi Futuro (RJ)
Parque Botânico do Ceará (CE)
Parque da Ciência de Ipatinga (MG)
Parque da Ciência de Viçosa (MG)
Parque da Ciência Newton Freire Maia (PR)
Parque de Ciência e Tecnologia da USP (SP)
Parque de Ciências (PA)
Parque Ecológico de São Carlos “Dr. Antonio Teixeira Vianna” (SP)
Parque Ecológico Municipal de Americana “Cid Almeida Franco (SP)”
Parque Estadual Dois Irmãos (PE)
Parque Municipal Antonio de Pádua Nunes (SP)
Museu Oceanográfico (RJ)
Museu Oceanográfico (SP)
Museu Oceanográfico Univali (SC)

Museu Paraense Emílio Goeldi (PA)
Museu Paranaense (PR)
Museu Paulista (SP)
Museu Zoobotânico Augusto Ruschi (RS)
Rede Brasileira de Jardins Botânicos (RJ)
Sabina – Escola Parque do Conhecimento (SP)
Sala de Ciência (SC)
Seara da Ciência (CE)
SESCiência (RJ)
Sociedade de Zoológicos do Brasil (SP)
Tecnorama (SP)
Parque Viva a Ciência (SC)
Parque Zoobotânico “Orquidário Municipal de Santos” (SP)
Parque Zoológico Municipal “Quinzinho de Barros” (SP)
Parque Zoológico Municipal de Bauru (SP)
Planetário Aristóteles Orsini (SP)
Planetário da Fundação Espaço Cultural da Paraíba (PB)
Planetário da Universidade Federal de Goiás (GO)
Planetário da Universidade Federal de Santa Catarina (SC)
Planetário de Londrina (PR)
Planetário de Parnamirim (RN)
Planetário de Vitória (ES)
Planetário Prof. José Baptista Pereira (RS)
Planetário Rubens de Azevedo (CE)
Planetarium – Atividades Culturais (PR)
Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho (PR)
Praça da Ciência (ES)
Universidade da Criança e do Adolescente (BA)
Usina Ciência (AL)
Vale dos Dinossauros (PB)
Zoo Tropical Manaus (AM)
Zoológico Bosque Guarani (PR)
Zoológico de Salvador (BA)
Zoológico do Município de São Bernardo do Campo (SP)
Zoológico Municipal “Dr. Flávio Leite Ribeiro” (SP)
Zoológico Municipal Luiz Gonzaga Amoêdo Campos (SP)
Zoológico Municipal de Garça (SP)
Zoológico Municipal de Limeira (SP)
Zoológico Pomerode (SC)
Zooparque Itatiba (SP)

ANEXO C

Termo de Consentimento e questionário aplicado às turmas visitantes do Centro.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
--

1. Você está sendo convidado para participar da pesquisa “Produção e análise de mídia sobre o tema Aquecimento Global para divulgação e Ensino de Química”.
2. Você foi selecionado pelo fato de visitar o CIECC – Complexo Integrado de Educação, Ciência e Cultura e estar cursando o Ensino Médio, foco deste trabalho de pesquisa, e sua participação não é obrigatória.
3. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu
4. Sua recusa não trará prejuízo em sua relação com a pesquisadora (Anieli Pianheri) ou com a instituição (UFSCar). Os objetivos deste estudo são: produzir vários tipos de mídia como alternativas na construção e apropriação do conhecimento sobre conceitos de Química apresentados e relacionados a temática de Aquecimento Global, permitir, por meio do material desenvolvido, que os educandos pensem sobre os desafios propostos em termos de possibilidades de solução das questões apresentadas; possibilitar a consciência de coletividade; transformar o ensino de Química num processo motivante para docentes e discentes; possibilitar ao educando situações alternativas que promovam o aprendizado de conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais.
5. Sua participação nesta pesquisa consistirá no auxílio para a avaliação da produção destas mídias apresentadas.
6. Os riscos relacionados com sua participação são mínimos e sua identidade como participante será resguardada.
7. Os benefícios relacionados com a sua participação visam a uma maior aproximação da universidade e o centro de ciência e cultura de educação informal com os educandos das instituições escolares de ensino médio.
8. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação.
9. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.
10. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço da pesquisadora principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Anieli Pianheri
Mestranda

Profa. Dra. Vânia Gomes Zuin
Orientadora

Universidade Federal de São Carlos
Programa de Pós-Graduação em Química

Nome:

Assinatura:

Contato:

ANEXO D

Imagens de partes do software educacional produzido.

Ciclo carbonato-silicato

O ciclo Carbonato-Silicato contribui para regular a temperatura da Terra.

Quando há o aumento da temperatura global da Terra, há a elevação da temperatura do oceano, assim como da taxa de evaporação de água para a atmosfera aumenta e, conseqüentemente, a quantidade de chuva. O CO_2 atmosférico dissolve-se na água da chuva, produzindo H_2CO_3 que, em contato com as rochas (Si) causam erosão e liberação de íons Ca^{2+} e HCO_3^- para o mar. Os organismos marinhos retiram esses íons da água e, quando morrem, colaboram para os grandes estoques de C dos sedimentos marinhos, isto é, a fixação de carbono as rochas, diminuindo a quantidade de CO_2 atmosférico. Assim, uma menor quantidade da energia emitida pela superfície terrestre é aprisionada (como explicado no tópico Efeito Estufa) e a atmosfera resfria-se, voltando ao equilíbrio.

Por outro lado, o carbono fixado na rocha está sujeito às movimentações tectônicas, e o carbono fixado nas rochas migra para uma zona cuja pressão e calor funde parcialmente os carbonatos. A formação desse magma com grande quantidade de calor e pressão libera CO_2 para a atmosfera pelos vulcões contribuindo para o aumento da temperatura global.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. *Para entender a Terra*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656p.

DENSIDADE

Densidade representa a massa de uma determinada substância em relação ao volume ocupado pela mesma.

$$d = m/V \text{ (g/mL)}$$

Se algum objeto apresentar uma grande massa e volume pequeno, este terá uma densidade alta. Já se outro objeto tiver a mesma massa, mas um volume grande, toda esta massa será distribuída por um volume maior e este terá uma densidade menor que o primeiro.

Tente fazer, em casa, alguns experimento: Coloque uma bacia com água e alguns cubos de gelo. Observe o que acontece com o gelo. Você pode tentar também com outros objetos e outros líquidos. Que tal colocar juntos líquidos, como água e óleo, de diferentes densidades?

BROWN, T.L.; LEMAY, H. M.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. A. *Química, a ciência central*. 9ª ed. Porto Alegre: Prentice Hall, 2005. 616p.



Por que algumas cidades serão inundadas?

A geleira, oriundas principalmente da Antártida (água doce em estado sólido - gelo), a medida que tem a sua temperatura acima do ponto de congelamento, inicia o processo de fusão (derretimento). A água no estado líquido, escoar para os oceanos, pois em estado sólido a densidade do gelo é menor que a da água líquida (densidade da água líquida = 1,00 g/mL > densidade do gelo = 0,92 g/mL a 0°C), e assim o volume de água dos oceanos aumenta.

Desta forma, poderá ocorrer a inundação de partes de algumas cidades litorâneas quando a temperatura global aumentar e as geleiras começarem a derreter.

Como podemos medir a Temperatura

Temperatura é a medida do grau de agitação das moléculas.

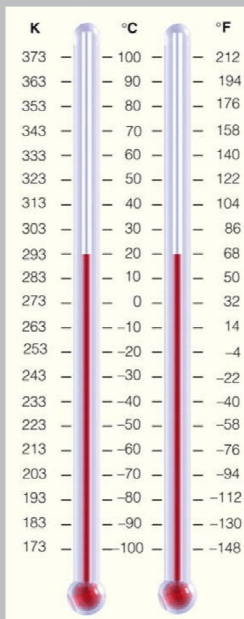
Quando dois ou mais corpos atingem a mesma temperatura dizemos que eles estão em equilíbrio térmico. Para medir a temperatura utiliza-se o termômetro, onde o líquido em seu interior (geralmente mercúrio) se dilata e entra em equilíbrio térmico com o que queremos medir.

Existem 3 principais maneiras para a medida de temperatura:

Escala Célsius (oC): Escala baseada na água, que é uma substância muito importante para a vida na Terra. Assim, possui 0 oC na temperatura que a água congela e 100 oC na temperatura que a água ferve.

Kelvin (k): Escala baseada na menor temperatura que um corpo pode atingir, equivalente a -273 oC. Não se utiliza graus, pois se trata de uma unidade de medida.

Escala Fahrenheit (oF): Esta escala tem como ponto zero a temperatura de congelamento da água e, como ponto máximo, a temperatura de ebulição da água.



*imagem ilustrativa

Para saber mais acesse
www.cepa.ufsp.br/energia/energia1999/grupo2/3/refrigeraçao/escala.htm

FONTE:
http://www.aledeboom.com/presentacoes/93791/escalas-Termom%C3%A9tricas-apresenta%C3%A7%C3%A3o



Composição da Atmosfera dos Planetas

	Marte	Terra	Vênus
CO ₂	95,32%	<1%	96,5%
Outros gases	4%	78% N ₂ 21% O ₂	3,5%

Na tabela, observa-se que a composição dos dois planetas relativamente próximos a Terra é predominantemente CO₂, indicando que a Terra também tinha composição semelhante há bilhões de anos. A composição da atmosfera atual resulta foi mudando principalmente por conta da utilização deste CO₂ pelos organismos vivos presentes na Terra.

Vênus possui uma atmosfera densa, com nuvens de gás estufa, propiciando um efeito estufa acentuado.

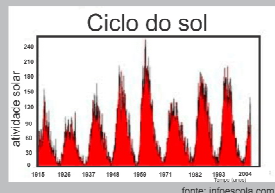
Marte, por estar mais longe do sol, apresenta menor densidade atmosférica e não possui efeito estufa acentuado.

OLIVEIRA FILHO K.S.; SARDANA M.F.O. *Astronomia e Astrofísica*. Livraria da Física, São Paulo, 2004.



Ciclo do Sol

O ciclo do sol é um padrão de atividade solar com duração de aproximadamente 11 anos.



Esta atividade solar é intensificada pelo aumento do número de manchas solares que são regiões mais frias e escuras que aparecem na superfície do sol, oriundas do campo magnético gerado pelo movimento de gases no interior do sol e são rodeadas por regiões que emitem um alto nível de radiação ultravioleta. O aumento da radiação ultravioleta ocasiona uma mudança na densidade de elétrons na ionosfera da Terra, aumentando a temperatura da Terra.

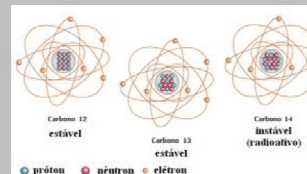
Um exemplo que pode ter sofrido influência pela atividade solar foi a mini era do gelo no século 17, quando a atividade solar estava menor que em outros ciclos.

www.fisica.ufpr.br
MATSUOKA, M.T.; CAMARGO, P.O. Ciclos de manchas solares e posicionamento com ponto GPS - II seminário de pesquisas em Geodésia na UFRGS, 2007.



ISÓTOPOS

São espécies do mesmo átomo, que apresentam o mesmo número atômico (Z), mas diferentes números de massa (A). Isto é, diferem apenas no número de nêutrons, sendo o número de prótons e de elétrons iguais.



fonte: www.elmhurst.edu

BROWN, T.L.; LEMAY, H.M.; BURSTEN, B.E.; BURDGE, J.A. *Química, a ciência central*. 9ª ed. Porto Alegre: Prentice Hall, 2005. 618p.



Protocolo de Kioto

Instituído no Japão, em 1997, o documento cria diretrizes gerais para amenizar problemas ambientais dos impactos ecológicos dos modelos de desenvolvimento industrial e de consumo vigentes. Dentre as diretrizes está a redução das emissões de gás carbônico em 5,2% pelos países desenvolvidos até 2012 em relação aos índices de 1990. O que não foi atendido e pode ser verificado nas pesquisas apresentadas em 'The Global Carbon Budget 1959-2011', por C Le Quéré et al. Earth System Science Data Discussions 5, 1107-1157. DOI: 10.5194/essdd-5-1107-2012.

Para saber mais acesse:

<http://www.ecodebate.com.br/2012/12/04/pesquisas-mostram-que-estamos-muito-longo-alcancar-as-metas-globais-de-emissoes-de-dioxido-de-carbono-co2/>

Abaixo estão listadas algumas medidas que os países desenvolvidos se comprometeram ao assinar o protocolo.

- Aumento da eficiência energética em setores relevantes da economia;
- Proteção e aumento de sumidouros e reservatórios de gases de efeito estufa sobre o meio ambiente como as florestas;
- Promoção de práticas sustentáveis de manejo florestal florestamento e reflorestamento;
- Promoção de formas sustentáveis de agricultura;
- Pesquisa, promoção, desenvolvimento e aumento do uso de formas novas e renováveis de energia;
- Promoção e pesquisa de tecnologias de seqüestro de dióxido de carbono;
- Promoção e pesquisa de tecnologias ambientalmente seguras, que sejam avançadas e inovadoras;
- Redução gradual ou eliminação de incentivos fiscais, de isenções tributárias e tarifárias e de subsídios para todos os setores emissores de gases de efeito estufa que sejam contrários ao objetivo do protocolo;
- Convenção e aplicação de instrumentos de mercado que reduzam as emissões de gases poluentes;
- Estímulo a reformas adequadas em setores relevantes, visando a promoção de políticas e medidas que limitem ou reduzam emissões de gases de efeito estufa;
- Limitação e/ou redução de emissões de metano por meio de sua recuperação e utilização no tratamento de resíduos, bem como na produção, no transporte e na distribuição de energia;
- Cooperação, compartilhamento de informações sobre novas tecnologias adotadas.

Essas diretrizes teve seu término em 2012, assim, os países tem a missão de designar um novo acordo que substituirá o Protocolo de Kioto e já estão cumprindo uma série de «Conferências das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima - COP», que, como o próprio nome diz, tem o objetivo de discutir aspectos para o novo acordo sobre as mudanças climáticas.

UNITED NATIONS. KYOTO PROTOCOL TO THE UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. KYOTO - 1998. disponível em: <unfccc.int> Acesso em: agosto/2012.



RIO + 20

Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável que aconteceu no Rio de Janeiro em 2012.

É denominada RIO + 20 pois faz menção à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) que contribuiu para definir a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas.

O destaque para a o acontecimento desta Conferência, foram os eventos paralelos criados pelas sociedades civis do mundo todo, e alguns dos principais movimentos são intitulados Cúpula dos Povos e Fundo Social Mundial (FSM).

Conheça o resultado desta conferência no documento oficial da Rio + 20 produzido pelos representantes de Estado de quase 200 países.

Documento Oficial (inglês)
Tradução do documento oficial

www.rio20.gov.br

www.unu.org.br

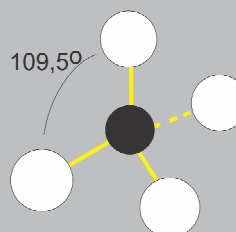


Representação Molecular dos principais gases que contribuem para o Efeito Estufa



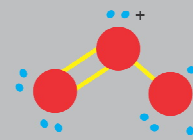
CO₂

N₂O



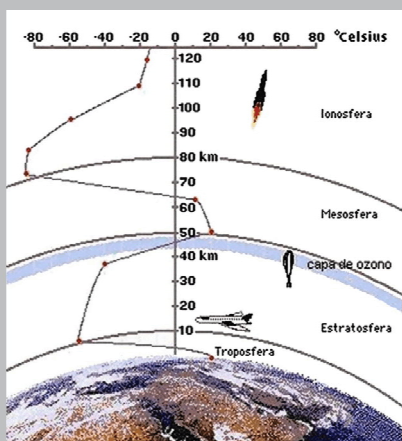
CH₄

O₃



e ainda vapor de água, CFC e SF₆

BROWN, T.L.; LEMAY, H.M.; BURSTEN, B.E.; BURDGE, J.A. Química, a ciência central. 9ª ed. Porto Alegre: Prentice Hall, 2005. 618p.



Fonte: fisica.uh.cu



Soluções

Considerando as manifestações antrópicas, há alguns pontos de destaque como:

- a redução de emissão de gases

- adoção dos Princípios da Química Verde.

www.ufscar.br/gpqv/gpqv/2011/05/o-que-e-quimica-verde

- responsabilidade dos países nos cumprimentos e elaboração de diretrizes, planos de ação como medida de prevenção.

Conheça um pouco do que já foi feito em termos de documentos e acordos mundiais:

- Rio + 20

- Protocolo de Kyoto



Aquecimento Global

O aquecimento Global é um termo utilizado para o aumento significativo da temperatura da Terra em um período de tempo relativamente curto. Este aquecimento pode ser originado por 2 vertentes: ações antrópicas ou naturais.

Algumas hipóteses para a ocorrência deste fenômeno é o efeito estufa (tanto antrópico, quanto natural) e a teoria das manchas solares, pelo ciclo solar.

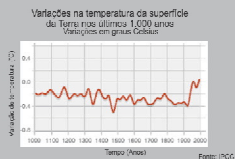
Dentre os efeitos antrópicos destaca-se o aumento de indústrias com a Revolução Industrial e veículos automotores, e neste mesmo sentido a menção das guerras causando impacto ambiental como exemplo tem-se o bombardeio de poços de petróleo no Iraque, sendo que este petróleo está em combustão até hoje, isto é, emitindo hidrato de carbono para a atmosfera e ainda o aquecimento global a partir contribuições locais como a diminuição de mata relacionada ao aumento de concreto nas cidades, onde o coeficiente térmico é alto e absorve mais calor criando bolsões de ar quente locais.

Para saber mais acesse: www.brazilscola.com/historia/revolucao-industrial.htm

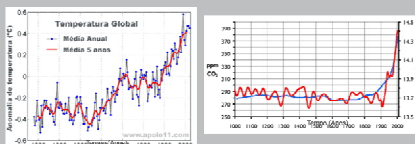
Aquecimento Global x Efeito Estufa

É muito comum as pessoas confundirem Aquecimento Global e Efeito Estufa, acreditando muitas vezes que representam a mesma coisa. Esses dois termos não apresentam a mesma definição, mas são relacionados. O aquecimento global pode ser uma das consequências do efeito estufa.

A hipótese do Aquecimento Global não ser causado por ações antrópicas (ações de interferência humana), ganha respaldo ao analisar o gráfico de temperatura do globo no período de 1000 anos. Observa-se que determinadas épocas se mostram com temperaturas muito diferentes.



Entretanto, ao analisar um gráfico da temperatura global no último século e comparar os dados referentes à emissão de CO₂ nos últimos anos apresentados em outro gráfico (abaixo), a hipótese do Aquecimento Global ser decorrente de ações antrópicas também não podem ser excluídas.



Manchas Solares

Manchas solares são oriundas das atividades solares causadas pelo campo magnético do sol em determinados lugares do corpo desta estrela.

Para saber mais, acesse: www.cdcc.usp.br/cda/aprendendo-basico/sistema-solar/sol.html

O chamado ciclo do sol representa a atividade de produção destas manchas solares e corresponde a um período de 11 anos como mostrado na figura abaixo.



AJUDA

Projeto desenvolvido em parceria do CIECC com a UFSCar.

Você encontrará vídeos, simulações, informações e conceitos químicos sobre questões do aquecimento global.

Os ícones são clicáveis, apresentam diferentes abordagens sobre o tema e estão dispostos agrupando os vários tipos de mídias por assunto e não obedecem uma ordem específica.

Alguns vídeos possuem áudio.

A navegação permite o acesso a museus e centros de ciência ao redor do mundo, através de links diretos na área de trabalho.

O ícone "Para saber mais" proporciona informações adicionais através de links virtuais. Neste ícone, você poderá interagir com exposições de outros museus internacionais.

Sobre o Projeto

Anieli Pianheri (autora)

Vânia Gomes Zuin (orientadora)

Alexandre César Dourado Neves (coordenador técnico - CICC)

Colaboradores

Flávio Caberlim
Fernando Alves dos Reis
Equipe Informática CIECC
Equipe CIECC
Grupo GPQV

Apoio:



Para saber mais...

A Química do Aquecimento Global

Manchas Solares
[Medidas de temperatura](#)

Química Verde
[Energias Renováveis](#)
[Revolução Industrial](#)

Efeito Estufa

Rio 92
[Tradução documento oficial](#)

[Museu Americano de História Natural](#)
[Museu Australiano](#)
[Mudança Climática no Mundo](#)