



UFU - Universidade Federal de Uberlândia
Física Licenciatura - INFIS

JOÃO VITOR CRISOSTOMO DA COSTA

Física Moderna e Contemporânea em Exposição: Reflexões sobre os desafios da comunicação de temas abstratos da Física em um museu de ciências.

UBERLÂNDIA-MG

2019

JOÃO VITOR CRISOSTOMO DA COSTA

Física Moderna e Contemporânea em Exposição: Reflexões sobre os desafios da comunicação de temas abstratos da Física em um museu de ciências.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para conclusão do curso.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Silvia Martins dos Santos

UBERLÂNDIA-MG

2019

JOÃO VITOR CRISOSTOMO DA COSTA

Física Moderna e Contemporânea em Exposição: Reflexões sobre os desafios da comunicação de temas abstratos da Física em um museu de ciências.

Trabalho de Conclusão de Curso enviado para aprovação para o curso de graduação de Física Licenciatura da Universidade Federal de Uberlândia.

Uberlândia, 10 de julho de 2019.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Sílvia Martins dos Santos – INFIS/UFU

Prof. Dr. Adevailton Bernardo dos Santos – INFIS/UFU

Profa. Dra. Sorandra Corrêa de Lima – INFIS/UFU

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, minha família e minha namorada, por todo apoio, incentivo e suporte oferecidos durante toda a graduação. Sem eles, o caminho que já é difícil, seria insuportável e, provavelmente eu não chegaria até aqui.

Agradeço também os meus amigos, em especial Antoine, Ísis e Sirlene, que desde o começo do curso, passaram a fazer parte da minha vida e foram de suma importância para minha sobrevivência no curso.

De forma muito especial, agradeço alguns professores que não só me ensinaram conteúdos, mas se tornaram exemplos para mim. Agradeço a professora Sílvia por todo o empenho no museu DICA, no qual tive a oportunidade de ser monitor e vivenciar a experiência museal, tanto no museu quanto em viagens, o que me ajudou muito no curso e me motivou a realizar este trabalho. Além disto, agradeço também a PROEX e a Divisão de Museus da Universidade Federal de Uberlândia.

Por fim, sou imensamente grato a Deus, que em uma infinidade de possibilidades, possibilitou todos estes encontros, colocou todas estas pessoas em minha vida e me ajudou muito para chegar até aqui.

RESUMO

Tendo em vista a importância e as dificuldades de se abordar temas da Física Moderna e Contemporânea na educação básica no nosso país, vemos a divulgação científica deste conteúdo em museus de ciências como grande aliada para combater pseudociências e o analfabetismo científico. Pensando nisto, este trabalho visa apresentar três grandes exposições de Física Moderna e Contemporânea organizadas por instituições de pesquisa. Além disso, apresentamos experiências de exposições realizadas por alunos do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Uberlândia e pelo museu DICA. Assim, buscamos refletir sobre as possibilidades de se expor este tema para a comunidade. Esse trabalho nos ajudou a entender que a princípio é difícil estabelecer uma exposição permanente de Física Moderna e Contemporânea no museu DICA, mas as mostras temporárias podem ser uma solução que permitirá à equipe compreender a relação entre o público e a exposição, para só então pensar na consolidação de uma exposição e na formação para a equipe de monitores.

Palavras-chave: Física Moderna e Contemporânea; Museu de Ciências; Divulgação Científica.

ABSTRACT

Considering the importance and the difficulties of approaching themes of Modern and Contemporary Physics in basic education in our country, we see the scientific dissemination of this subject in science museums as a great ally to combat pseudoscience and scientific illiteracy. Thinking about it, this work aims to present three great exhibitions of Modern and Contemporary Physics organized by research institutions. In addition, we present experiences from exhibitions held by students of the Licentiate degree in Physics of the Federal University of Uberlândia and by the DICA museum. Thus, we seek to reflect on the possibilities of exposing this theme to the community. This work has helped us understand that at first it is difficult to establish a permanent exhibition of Modern and Contemporary Physics in the DICA museum, but temporary exhibitions can be a solution that will allow the team to understand the relationship between the audience and the exhibition, to only then, think about consolidation of an exhibition and in the training for the monitors team.

Keywords: Modern and Contemporary Physics; Museum of Sciences; Scientific divulgation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Folder de divulgação da palestra TQC Cura Quântica do dia 09 de junho....	13
Figura 02 - Folder de divulgação do curso de Coaching Quântico no Brasil.....	13
Figura 03 - Folder de divulgação do curso de Coaching Quântico na Europa.....	13
Figura 04 - Capa do livro “Ciência e Fé – O Reencontro pela Física Quântica.....	14
Figura 05 - Trilha Astronômica do Museu DICA.....	19
Figura 06 - Museu DICA no Parque Municipal Gávea.....	19
Figura 07 - Praça da mecânica.....	21
Figura 08 - Exposições do Museu DICA.....	22
Figura 09 - Exposições Itinerantes do Museu DICA.....	23
Figura 10 - Eventos organizados pelo Museu DICA.....	24
Figura 11 - Folders de Cursos de Formação continuada de professores realizados pelo Museu DICA.....	25
Figura 12 - Folder de Divulgação da mostra do PIPE 5 de 2019.....	27
Figura 13 - Exposições da Mostra do PIPE 5 em 2018.....	29
Figura 14 - Experimentos da Mostra de PIPE 5 em 2017.....	10
Figura 15 - Exposição “O estranho mundo da Física Quântica”	30
Figura 16 - Exposição Matemática do Átomo em 2017.....	31
Figura 17 - Primeiras páginas do caderno de apresentação da resolução da Equação de Schrodinger.....	32
Figura 18 - Aceleradores de Partículas do CERN.....	34
Figura 19 - Globe of Science and Inovation – instalação que abriga a exposição Universe of Particles.....	38
Figura 20 - Quadro de Apresentação da Exposição Universe of Particles.....	39
Figura 21 - Questões problematizadoras da exposição.....	39
Figura 22 - Espaço Interno da Exposição.....	39
Figura 23 - Equações Fundamentais.....	40
Figura 24 - Publicações sobre os Bósons de “Higgs”	40
Figura 25 - Mesa interativa da exposição Universe of Particle.....	41
Figura 26 - Disposição das áreas da exposição Universe of Particles.....	42
Figura 27 - Página inicial do site da exposição Universe of Particles.....	43
Figura 28 - Capa do folder da exposição Universe of Particles.....	43

Figura 29 - Pannel de início da exposição Microcosm.....	44
Figura 30 - Corredor inicial da exposição Microcosm.....	45
Figura 31 - Pannel expositivo das partículas que compõem o universo.....	45
Figura 32 - Peças expostas na exposição Microcosm.....	45
Figura 33 - Apresentação dos detalhes técnicos de funcionamento do CERN.....	45
Figura 34 - Representação da sala de um cientista do CERN.....	46
Figura 35 - Aparelho.....	46
Figura 36 – Um dos cientistas que aparece na exposição.....	47
Figura 37 – Página inicial do website da exposição Microcosm.....	47
Figura 38 – Fotos da Exposição Microcosm, disponíveis no website da exposição.....	48
Figura 39 – Estrutura externa e interna do Lazaridis Centre, sede do Instituto para Pesquisas Quânticas da Universidade de Waterloo.....	49
Figura 40– Pannel expositivo das duas regras da Mecânica Quântica.....	52
Figura 41 – Parte da exposição reservada para falar sobre informação quântica.....	52
Figura 42 – Os sensores Quânticos.....	52
Figura 43 – Experimentos de mecânica quântica da exposição Quantum – The Exhibition.....	53
Figura 44 – Página inicial do website da exposição Quantum.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Notícias envolvendo o CERN em 2019.....	35
Tabela 02 - Dados sobre a exposição (Universe of Particles)	37
Tabela 03 - Dados sobre a exposição Microcosm.....	44
Tabela 04 - Dados sobre a exposição Quantum: The Exhibition.....	51

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Os Museus de Ciências como Espaços de Educação e Divulgação Científica.....	15
2. O MUSEU DICA – DIVERSÃO COM CIÊNCIA E ARTE.....	18
3. METODOLOGIA.....	26
4. EXPERIÊNCIAS LOCAIS: EXPOSIÇÕES DE FMC LIGADAS AO MUSEU DICA E A LICENCIATURA EM FÍSICA DA UFU.....	27
4.1. Mostras de Física Moderna – PIPE 5.....	27
4.2. O Estranho Mundo da Física Quântica.....	30
4.3. A matemática do Átomo.....	31
5. CERN – CONSEIL EUROPÉEN POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE..	33
5.1 Notícias sobre as ações de popularização do CERN.....	34
5.2 O CERN e o Público.....	35
5.3 Universe of Particles.....	37
5.4 Microcosm.....	43
6. INSTITUTE FOR QUANTUM COMPUTING, UNIVERSITY OF WATERLOO – CANADÁ.....	49
6.1 Quantum – The Exhibition.....	50
7. DISCUSSÕES.....	55
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

1. INTRODUÇÃO

A abordagem de temas de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino médio no Brasil foi, e ainda é, o objetivo de inúmeras pesquisas, sendo que algumas já destacaram a importância de ensinar este conteúdo, como GRECA, 2001; DA SILVA, 2011 e; OSTERMANN, 2016. Como exemplo, podemos destacar ainda, Aubrecht (1986), que já afirmava, naquela época, que o estudo da FMC pelos estudantes na educação básica poderia incentivar o interesse pela ciência, uma vez que os auxilia no entendimento dos demais conceitos físicos presentes no cotidiano; e Zanetic (1989, *apud* Terrazzan, 1994), que se preocupava com a degradação da educação básica e assim, expos algumas das dificuldades apresentadas pelos próprios professores e evidenciava que a FMC deveria começar a ser ensinada antes que o século XX acabasse, o que infelizmente não aconteceu e, não há evidências de que isso acontecerá tão cedo no século XXI:

“Apesar do crescente número de pesquisas, com justificativas diversas, advogando a introdução da FMC no Ensino Médio, conforme constatam Ostermann e Moreira (2000), Greca e Moreira (2001) e Monteiro e Nardi (2007), não se observa tal entusiasmo entre os professores de física que fazem parte da presente pesquisa. Ao contrário, percebe-se, nos discursos dos mesmos, as marcas de uma formação profissional pautada em perspectivas teóricas que os inviabilizam em tal empreitada; em particular, há uma formação pautada na racionalidade técnica, especialmente no tocante à separação entre “disciplinas pedagógicas” e “disciplinas de conteúdos específicos”, inviabilizando uma compreensão minimamente satisfatória do próprio objeto do conhecimento pelos professores.” (Da SILVA; DE ALMEIDA, 2011)

Ainda sim, em pleno século XXI, temas de FMC dificilmente são abordados na educação básica brasileira, sendo em geral, estudados apenas nos cursos de graduação em Física. Tentando solucionar os obstáculos e desafios que separam a FMC das salas de aula, alguns pesquisadores apresentaram propostas metodológicas, mas na prática, ainda não se observou significativa evolução, o que acaba por prejudicar os estudantes e, de certa forma, todo o avanço científico do país, aumentando a ignorância científica.

A ignorância científica é uma consequência preocupante, como Renato Sabatini destaca:

“Curiosamente, o ensino de ciências no primeiro e segundo grau se concentra em princípios básicos da biologia, física, química, etc., que são conhecimentos muitas

vezes bastante distantes do cotidiano das pessoas, mas se "esquece" de explicar coisas de muito mais relevância nas suas vidas. Esse é, ao meu ver, um fenômeno extremamente preocupante, pois a ignorância científica básica abre as portas da mente da pessoa para os conceitos exóticos e esotéricos os mais absurdos, sem o menor fundamento científico, com grandes prejuízos para o indivíduo e para a sociedade..." (SABATINI, 1999, p.99)

Este prejuízo no ensino de ciências tem graves consequências na sociedade, uma delas é analfabetismo científico que é caracterizado como sendo a “ignorância sobre os conhecimentos mais básicos de ciência e tecnologia que qualquer pessoa precisa ter para ‘sobreviver’ razoavelmente em uma sociedade moderna” (SABATINI, 1999, p.99).

Ademais, a falta de conhecimentos destes conteúdos, é uma das principais causa para a propagação das pseudociências que, em geral, aproveitam do analfabetismo científico para lucrar, com produtos ou serviços que enganam as pessoas, usando o nome e a credibilidade da física para fazê-las acreditar no que estão oferecendo, como se fosse algo bom ou até mesmo, milagroso. Isto é, como citado anteriormente, uma consequência da ignorância científica afetando diretamente a sociedade em que vivemos.

Assim, no contexto da Física Moderna e Contemporânea que buscamos discutir nesse trabalho, podemos perceber que a pseudociência já está facilmente acessível e influenciando o cotidiano da população, o que pode ser observado em diversos setores da sociedade, por meio de “terapias alternativas” ou apropriações religiosas/espiritualistas. Entre eles podemos citar:

- Cura Quântica – É classificada como uma “abordagem médica” que teve entre seus idealizadores o médico indiano Deepack Chopra. No livro, Chopra (1989) visa mostrar ao leitor a relação entre o cosmo e as células do corpo, e ainda, entre o pensamento individual e as forças fundamentais da matéria e energia. Desta forma, diz que existe uma “rede de inteligência” que controla o corpo humano e define se está bem integrado com a natureza e saudável; por isto, com esta abordagem seria possível ter a cura de várias doenças, inclusive o câncer. Esta ideia também foi tema de outros artigos e livros de pessoas formadas em física, entre eles, podemos destacar “O médico Quântico – Orientações de um físico para a saúde e cura” (GOSWANI, 2011).

O assunto motivou palestras no Rio de Janeiro, tais como “A TQC Cura Quântica - Transformação Quântica da Consciência”, ocorrida em 26 de abril de 2018 e mais recentemente em 09 de junho de 2019 (Figura 01).



Figura 01 – Folder de divulgação da palestra TQC Cura Quântica do dia 09 de junho de 2019.
 Fonte (<https://www.eventbrite.com.br/e/palestra-gratuita-tqc-cura-quantica-tickets-62657997758#>)

- Coaching Quântico – É descrito como um profissional preparado para auxiliar outras pessoas a terem desenvolvimento pessoal ou resolver problemas utilizando técnicas específicas da quântica, como descrito no website do fundador Felipe Favalli (<http://coachquantico.com>). Este movimento também é tema de cursos e seminários pelo Brasil (Figura 02) e Europa (Figura 03).



Figura 02 – Folder de divulgação do curso Coaching Quântico no Brasil.
 Fonte (<http://estudosholisticos.com.br>)



Figura 03 – Folder de divulgação do curso de Coaching Quântico na Europa.
 Fonte (www.ticketsource.co.uk)

- Livros – Facilmente disponíveis na internet, ou até mesmo em livrarias, são comuns livros que abordam pseudociências. Como exemplo, podemos citar o “Ciência e Fé – o Reencontro pela Física Quântica” (Figura 04) escrito pelo bispo Rodovalho (RODOVALHO, 2013). Consideramos assim, importante destacar o livro “O tao da física” (CAPRA, 1983), que foi publicado pela primeira vez em 1975, no qual o autor estabelece a relação entre misticismo e física e ainda tenta fazer uma correlação da física quântica com pensamentos religiosos,

tirando quase que completamente o foco da divulgação científica, colaborando para induzir o leitor ao misticismo.



Figura 04 – Capa do livro “Ciência e Fé – O Reencontro pela Física Quântica”.

Fonte (saraiva.com.br)

Nesse cenário, entendemos que os professores, além de ensinar determinado conteúdo, tem a função de ajudar na formação da pessoa enquanto cidadão, e o conhecimento científico, está diretamente ligado a isto e a crença em pseudociências é um grande empecilho para que o professor cumpra efetivamente a sua função para com a sociedade. Como diz Carlos Folhais:

“Acima de tudo é preciso criar na sociedade uma cultura científica, criar nos cidadãos um espírito crítico. Pode-se, por exemplo, esclarecer que a comunicação à distância existe mesmo: chama-se telefone, fax ou e-mail. Mas não funciona por leitura direta da mente, não porque seja proibido a priori, mas porque já se fizeram numerosas experiências e ninguém conseguiu demonstrar os seus pretensos dons de telepatia. Já se colocaram telepatas em isolamento pedindo-lhes para se concentrarem intensamente com os seus correspondentes à distância e o resultado é conhecido: nulo, zero, não há emissão nenhuma que chegue ao destinatário.” (FOLHAIS, 2002)

No entanto, uma vez que a abordagem da FMC no ensino médio ainda é um desafio para os professores de Física, acreditamos que é importante buscar nas ações não formais de educação um espaço para a abordagem do tema. Assim, uma possibilidade para colaborar para que as pessoas não sejam enganadas com pseudociências, é a popularização e difusão científica, tanto para estudantes quanto para a população em geral, fazendo com que a ciência seja acessível a todos. Entendemos assim, que a divulgação da Física Moderna e Contemporânea seja de grande importância para colaborar para a promoção da cultura científica e oferecer

subsídios para que a população possa ter um olhar crítico para a área, em especial considerando a exploração do termo “quântico” em diversos produtos e serviços que não se relacionam com a ciência.

1.1. Os Museus de Ciências como Espaços de Educação e Divulgação Científica

Nesse contexto, como afirma Gaspar (1993), a escola, como espaço de educação formal, possui um papel essencial, mas insuficiente, para a alfabetização em ciências. Assim os museus de ciências e centros de divulgação científica, como espaços não formais de educação, representam um importante papel para a discussão de temas científicos complexos como a física moderna. Como destaca Valéria Vieira et al:

“Os museus e centros de ciências estimulam a curiosidade dos visitantes. Esses espaços oferecem a oportunidade de suprir, ao menos em parte, algumas das carências da escola como a falta de laboratórios, recursos audiovisuais, entre outros, conhecidos por estimular o aprendizado.” (VIEIRA; BIANCONI; DIAS, 2005)

Na cultura popular, entretanto, está ainda enraizada a crença de que museus são espaços onde as pessoas veem objetos que pertenceram ao passado. Assim, a ideia ser um espaço de educação, não é muito clara no senso comum, mesmo com publicações de diversos pesquisadores da área da educação a respeito. Neste sentido, Marandino (2008), citando Allard e Boucher (1991) afirma que a função educativa dos museus de ciências se desenvolveu em três partes, inicialmente a criação e inserção, posteriormente o acesso do público de diferentes classes e níveis de educação, e por fim, a preocupação dos museus para que os visitantes compreendessem as exposições.

Marandino (2008), ainda destaca que no passado, as universidades possuíam uma grande quantidade de coleções e materiais que eram de acesso exclusivo dos estudiosos e pessoas que possuíam referências para compreender as exposições. Com a abertura destes acervos ao público, começaram a instituir e criar os museus de ciências, com o intuito de instruir cientificamente o público. Além disto, a autora enfatiza:

“Nesse aspecto, os museus vêm sendo caracterizados como locais que possuem uma forma própria de desenvolver sua dimensão educativa. Identificados como espaços de educação não-formal, essa caracterização busca diferenciá-los das experiências

formais de educação, como aquelas desenvolvidas na escola, e das experiências informais, geralmente associadas ao âmbito da família.” (MARANDINO, 2008)

Assim, com o intuito de aproximar a ciência do público os Museus de ciência e tecnologia assumem um importante papel na comunicação e divulgação de temas de Física Moderna e Contemporânea.

“A divulgação científica opera a partir de um repertório de ações voltadas à comunicação da ciência para um público amplo e irrestrito. Na qualidade de ambientes propícios à divulgação científica, as exposições museológicas sustentariam, todavia, perspectivas que pouco possibilitariam ao público reflexões e debates acerca das complexas relações de interesses inerentes aos processos de produção da ciência.” (SOUZA, 2011)

Nesse sentido, os museus de ciências possuem um intrínseco papel educacional e a exposição pode ser considerada a intervenção didática do museu (MARANDINO & MORTENSEN, 2010). São, portanto, espaços privilegiados para a abordagem de temas de ciências, sendo essenciais para colaborar com o processo de formação de uma cultura científica (WAGENSBERG, 2001).

Nesse sentido, acreditamos que os museus de ciências sejam espaços adequados para a abordagem do assunto, mas destacamos que, por ser um tema complexo, a preparação de uma exposição que envolva temas de física moderna e contemporânea pode representar um grande desafio.

Nesse contexto, o Instituto de Física da UFU é responsável pelo Museu Diversão com Ciência e Arte (DICA), que desde 2007 organiza exposições voltadas para conceitos e conteúdos da física, bem como outras áreas das ciências naturais. Acreditamos que, com sua missão de aproximar a população da ciência, o Museu DICA seja um espaço importante para promover a comunicação de temas de FMC.

Entendemos, no entanto, que a proposta e curadoria de uma exposição de FMC pode apresentar desafios, quanto aos assuntos que podem ser abordados, à proposta dos objetos, além das formas de interação com a população e os desafios que podem se estabelecer por meio da relação público-museu. Desta forma, buscaremos apresentar algumas exposições voltadas à FMC, na intenção de colaborar para a equipe do Museu DICA para a reflexão acerca de possibilidades de exposições nessa área.

Para isto, apresentamos algumas iniciativas da equipe do Museu DICA e professores do INFIS para a organização de exposições com essa temática, relacionados a disciplinas do curso de Física – Licenciatura da UFU ou a eventos de popularização da ciência organizados pela equipe do Museu DICA.

Além disso, apresentamos três exposições que abordam temas de FMC, sendo duas na Suíça e uma no Canadá: i) Universe of Particles (Universo de Partículas); ii) Microcosm (Microcosmo), ambas do CERN - Suíça e; iii) Quantum: The Exhibition (Quântica: A Exposição), da Universidade de Waterloo – Canadá. Apresentaremos também as instituições responsáveis pela sua proposta, com o intuito de entender seus valores).

2. O MUSEU DICA – DIVERSÃO COM CIÊNCIA E ARTE

O Museu Diversão com Ciência e Arte – DICA é uma instituição do Instituto de Física da Universidade Federal de Uberlândia.

A missão do museu busca promover ações para estimular os indivíduos a desenvolverem sua consciência sobre o papel e a importância da ciência na sociedade. Nesse sentido, propicia a participação da comunidade em temas científicos e tecnológicos através da interatividade, possibilitando que as pessoas se divirtam e aprendam ao mesmo tempo.

As ações de popularização da ciência vêm sendo desenvolvidas pela equipe desde 2005, com a aprovação de um projeto junto a um edital de popularização da ciência da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG. O Nome DICA estabeleceu-se em 2007 e desde então o museu vem apresentando suas exposições de ciência ao público em diferentes espaços. De 2007 a 2015 o Museu DICA ocupou três diferentes espaços dentro da Universidade, bastante pequenos (todos com aproximadamente 50 m²), acoplados a uma pequena praça, o que representou uma grande dificuldade na sua institucionalização e restringiu em diversos aspectos o atendimento do público. Mas apesar das dificuldades, as ações do Museu DICA foram se estabelecendo e outros projetos foram aprovados, permitindo ampliar as atividades e estabelecer um relacionamento com o público, em especial com as escolas de educação básica.

Em 2010, ainda com a sede das suas ações dentro da UFU, o Museu DICA iniciou uma negociação com a Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU) para promover atividades de divulgação científica em parques da cidade. Assim, foi planejada a instalação de uma mostra de astronomia no Parque Gávea, a Trilha Astronômica (Figura 05).

Como resultado dessa parceria, entre o DICA e a PMU, foi aprovado em 2011, junto ao CNPq, o projeto “Ciência e Arte no Parque”, que permitiu ampliar as atividades no Parque Gávea e construindo uma identidade como parque de ciências (Figura 06).



Figura 05 – Trilha Astronômica do Museu DICA. 1 - Júpiter; 2 - Saturno. Fotos: João Vitor



Figura 06 – Museu DICA no Parque Municipal Gávea.

Foto: Matheus Barros

Assim, em 2015, somaram-se novas exposições resultantes desse edital, o Museu DICA estabeleceu sua sede no Parque Gávea e somaram a essas novas ações, peças do seu acervo. Isto possibilitou a formação de cinco áreas de exposições, sendo elas: Praça da Mecânica (Figura 07); Praça da Tabela Periódica; Praça do Carbono; Praça Passarinhar e Eletromagnetismo no cotidiano (Figura 08). Além de duas exposições itinerantes: que buscam aproximar a população da ciência além de duas exposições itinerantes (figura 9): o “DICA Itinerante” que possui uma mostra de física – que atualmente está aos cuidados da profa. Sorandra em Monte Carmelo e o “Telescópio Itinerante”.

O Museu DICA é também responsável pela organização de três eventos regulares (figura 10): o “Cine DICA”, promove conversas entre o público e especialistas acerca de temas científicos presentes em filmes; o “Brincando e Aprendendo” reúne mostras de divulgação científica organizadas por professores e estudantes da Universidade Federal de Uberlândia e do Instituto Federal do Triângulo Mineiro e; o “Ciência Viva” que é uma feira de ciências municipal e reúne trabalhos de estudantes da educação básica.

Além disso, o Museu DICA possui um programa de formação continuada de professores, em que oferece cursos (Figura 11) que atendem professores do ensino médio e fundamental das áreas de ciências – especialmente a Física e ciências – de Uberlândia e região, além de estudantes dos cursos de licenciaturas em Física, química e biologia.

Nesse cenário, o DICA desenvolve ações de popularização à ciência desde 2005, com apoio da FAPEMIG, CNPq e da PROEX, estabelecendo-se formalmente em 2015 como órgão complementar do Instituto de Física (INFIS). Destacamos assim, que o Museu DICA, com todas as ações que desenvolve, é um ambiente propício para a abordagem de temas de FMC, mas a implementação de ações de longo prazo precisa ser sustentada a partir de reflexões acerca de ações realizadas pela própria equipe do museu ou por outras instituições.

Em seu programa de Formação continuada de professores, a temática vem sendo abordada desde 2014 (figura 10) e a equipe vem desenvolvendo trabalhos para refletir acerca dos resultados do programa. Assim, esse trabalho busca refletir sobre a possibilidade de exposições nessa área para quem sabe, colaborar para um futuro trabalho de elaboração de uma exposição (permanente ou temporária) no Museu DICA.



Figura 07 - Praça da mecânica. 1- balanço; 2 – girotec; 3 – antenas e; 4 - alavanca.

Fotos: João Vitor

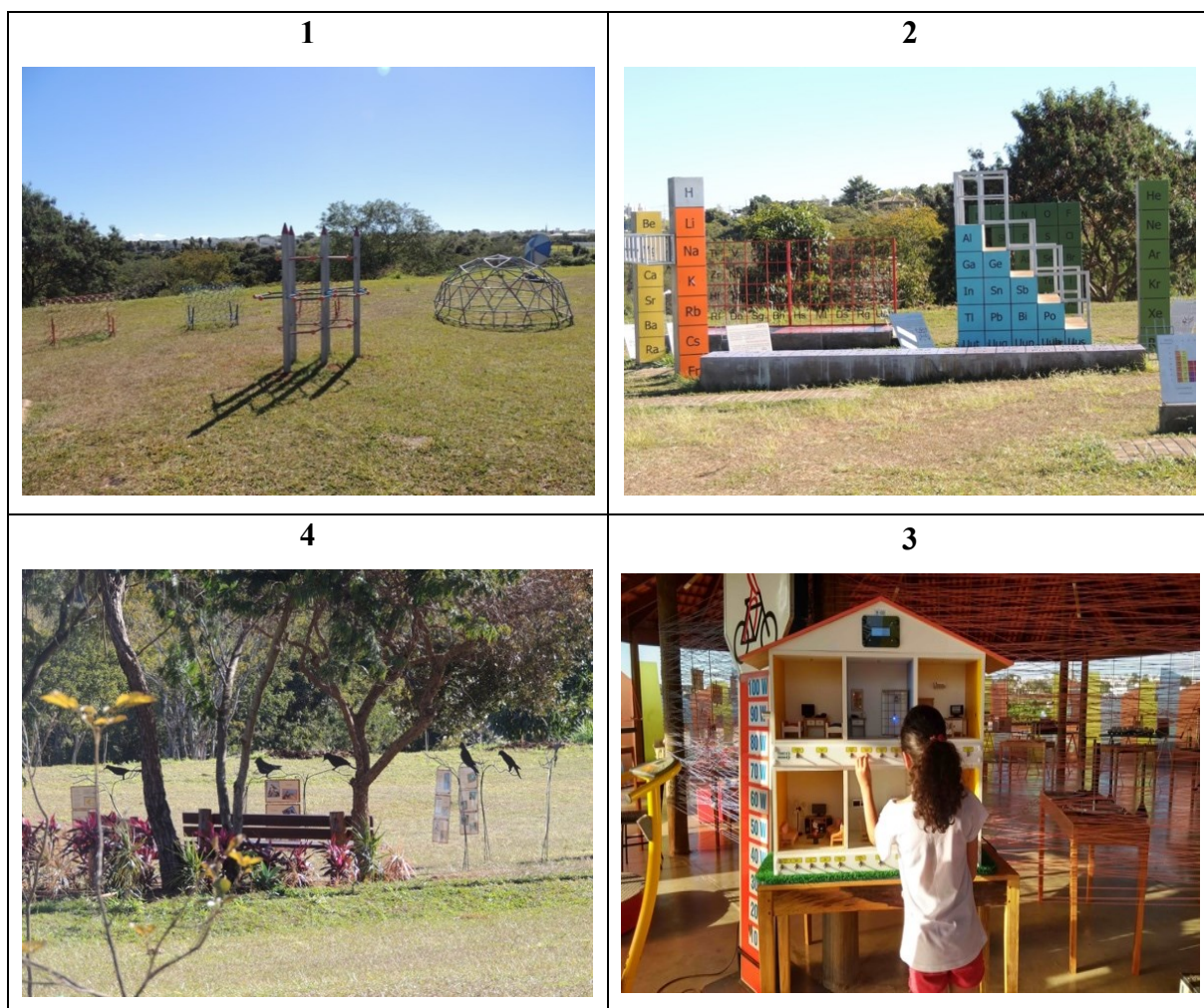


Figura 08 – Exposições do Museu DICA. 1 - Praça do carbono; 2 - Praça da Tabela Periódica; 3 - Praça Passarinhar; e 4 – Exposição “Eletromagnetismo no Cotidiano” (quiosque de exposições). Fotos: Silvia Martins

1



2



Figura 09 – Exposições Itinerantes do Museu DICA. 1 – “DICA Itinerante” – Foto de evento realizado em outubro de 2017 no Hall da Prefeitura Municipal de Uberlândia; 2 – Telescópio Itinerante – Observação realizada em março de 2016 na UFU. Fotos: Silvia Martins

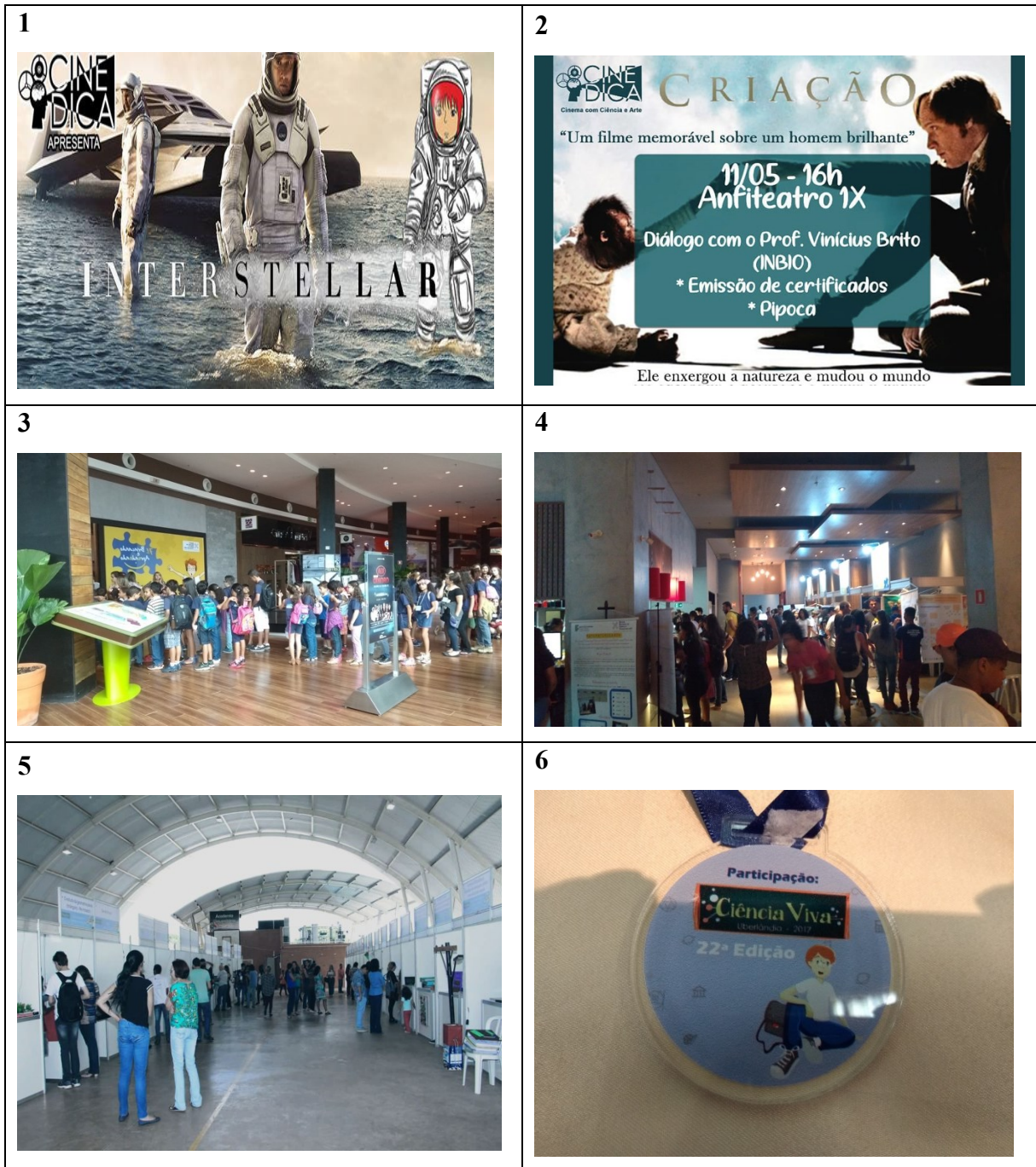


Figura 10 – Eventos organizados pelo Museu DICA. 1 - Cartaz Cine DICA: Interestelar; 2 - Cartaz Cine DICA: Criação; 3 – Brincando e Aprendendo 2017 – entrada e; 4 - Brincando e Aprendendo 2017 – Exposição; 5 – Feira ciência Viva – Exposição e; 6 – Feira ciência viva – Premiação. Fotos: Silvia Martins

1	 <p>CURSO FORMAÇÃO DE PROFESSORES Público-Alvo: professores de química e física</p> <p>PROBLEMATIZANDO O ENSINO DE FÍSICA MODERNA: RADIOATIVIDADE</p> <p>06 e 27 Abr. 18 de Mai. 01 de Jun.</p> <p>Inscrições: (até 03 de Abril) www.dica.ufu.br</p> <p>Realização: </p>
2	 <p>CURSO FORMAÇÃO DE PROFESSORES</p> <p><i>Luz é Vida</i></p> <p>07 de maio a 04 de junho de 2016</p> <p>Inscrições: via formulário disponível em www.dica.ufu.br</p> <p>Mais informações: 3230-9517 (8:00h - 18:00h) ou pelo e-mail dica@infis.ufu.br</p> <p>realização: </p>
3	 <p>curso para professores</p> <p>Física Moderna no Ensino Médio e anos finais do Ensino Fundamental</p> <p>É possível? Vale a pena? Como fazer?</p> <p>29/novembro e 06/Dezembro (encontros presenciais)</p> <p>Local: Museu DICA</p> <p>(Universidade Federal de Uberlândia-UFU - Bloco 3E - Campus St*. Mônica - Av. João Naves de Ávila, 2121)</p> <p>realização: </p>

Figura 11 – Folders de Cursos de Formação continuada de professores realizados pelo Museu DICA. Destacamos aqui três cursos que incluíram a temática de Física Moderna pelo Museu DICA. 1 – Problematizando o Ensino de Física Moderna: Radioatividade (2019); 2 – Luz e Vida (realizado em duas edições – 2014 e 1016) e; 3 – Física Moderna no Ensino Médio e anos finais do ensino fundamental (2014). Fotos: Silvia Martins

3. METODOLOGIA

Nosso trabalho busca apresentar algumas experiências de realização de exposições de física moderna dividindo-se em duas etapas. Na primeira etapa, iremos apresentar três experiências, duas delas relacionadas a disciplinas do curso de licenciatura em Física do INFIS e uma terceira apresentada no evento “Brincando e Aprendendo” de 2017, organizada pela equipe do Museu DICA.

Na segunda etapa, apresentaremos de três Exposições organizadas por instituições internacionais que trabalham com pesquisas na área.

- i. Universe Of Particles;
- ii. Microcosm;
- iii. Quantum: The Exhibition

Sendo as duas primeiras exposições permanentes do CERN - *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*, que é um centro internacional de pesquisas na área de física de partículas, em Genebra na Suíça e a terceira uma exposição itinerante organizada pela IQC – *Institute for Quantum Computing*, e que já esteve exposta em sete museus no Canadá. Foram escolhidas por serem umas das principais exposições que abordam o tema e assim, são populares nos meios de comunicação, possuindo, assim, bastante informações e notícias sobre elas na internet.

A coleta dos dados para a primeira etapa, foi feita a partir de registros das exposições pelos professores e por material de divulgação da internet. As informações para a segunda etapa, foram coletadas ao longo do primeiro semestre de 2019, sendo assim, dados atuais das exposições. Partindo do acesso ao website de cada exposição, foi analisada toda informação disponibilizada sobre a exposição, seja textual ou visual. Além do site da exposição, foram utilizadas como fonte também, notícias que foram divulgadas sobre o museu ou sobre a exposição, avaliações que visitantes deixaram na página TripAdvisor e, também, algumas fotos e informações que a professora Sílvia Martins coletou ao visitar o CERN.

4. EXPERIÊNCIAS LOCAIS: EXPOSIÇÕES DE FMC LIGADAS AO MUSEU DICA E A LICENCIATURA EM FÍSICA DA UFU

Apresentaremos, aqui, algumas iniciativas realizadas por alunos e professores do Instituto de Física (INFIS) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU): i) Mostras de Física Moderna, organizada anualmente pelos alunos da disciplina Projeto Integrado de Práticas Educativas V (PIPE 5); ii) A Exposição “O Estranho Mundo da Física Quântica” realizada em junho de 2016 e organizada por alunos da disciplina Tópicos Especiais em Ensino de Física e; iii) a Exposição “A Matemática do Átomo” apresentada durante o evento Brincando e Aprendendo, organizada pelo Museu Diversão com Ciência e Arte (DICA) do INFIS-UFU em 2017.

4.1. Mostras de Física Moderna – PIPE 5

A disciplina Projeto Integrado de Práticas Educativas 5 – PIPE 5 era obrigatória no currículo do curso de Licenciatura em Física da UFU até o ano de 2018, posteriormente a isto, houve alteração curricular no curso. Esta disciplina era o primeiro contato dos alunos do curso com os conteúdos de FMC, sendo assim, motivo de animação, mas também, de medo do desconhecido.

Tinha como objetivo, fazer com que os alunos vivenciassem situações educativas específicas para identificar dificuldades conceituais dos estudantes do ensino médio em relação aos conteúdos de FMC e desenvolver metodologias de ensino e materiais didáticos que possam contribuir para a melhoria da aprendizagem de Física moderna no nível de ensino médio.



Figura 12 – Folder de Divulgação da mostra do PIPE 5 de 2019.

Fonte: Mariana Odashima

Visando atingir os objetivos da disciplina desenvolve-se uma mostra de Física Moderna e Contemporânea, na qual os alunos escolhem temas e montam experimentos para

explicar o tema escolhido para a comunidade, buscando participação e interação com os visitantes, como podemos ver na Figura 13.

Como os alunos não tinham embasamento teórico de Física Moderna, uma breve apresentação era feita, possibilitando que escolhessem os temas que seriam trabalhados e então, pesquisar e montar uma apresentação que pudesse ser compreendida por alunos do ensino médio, ou seja, alunos que não tem conhecimento dos conceitos de FMC.

Esse processo de pensar sobre temas que, até então, eram desconhecidos, e ainda pensar em uma forma de abordar o tema para os alunos do ensino médio, era muito edificante para os alunos do curso e assim, as mostras sempre eram muito bem vistas pelo Instituto de Física, de forma que os professores visitavam a exposição, participando e fazendo perguntas também.

Tópicos de Física Moderna e contemporânea estão presentes no currículo da matéria de Física da educação básica, desta forma é extremamente importante pensar na abordagens de tais conteúdos ainda na graduação, para que compreendam melhor a importância do ensino destes tópicos e ainda, saber que é possível transpor, em uma linguagem acessível aos alunos da educação básica, este conhecimento que, é visto por muitos, como algo extremamente difícil.

Enquanto aluno da disciplina, recordo-me bem que a priori, eu a via com muito receio. Desde o começo, sabia que teria que preparar uma exposição de algo que eu não tinha o devido conhecimento, que eu achava que era necessário, para fazer uma boa exposição.

Durante as primeiras aulas, víamos vídeos que explicavam um pouco do contexto histórico dos conteúdos de FMC, uma série de documentários que, expunha as descobertas, falava sobre os conceitos, mostrava os experimentos e as descobertas dos cientistas naquela área, de forma que podíamos compreender um pouco, mesmo sem estudar quântica ou relatividade.

As discussões que tínhamos sobre os conceitos recém descobertos por nós era, de certa forma, muito interessante para a nossa formação enquanto professor, uma vez que éramos estudantes do curso de física, mas com relação a FMC, tínhamos os mesmos conhecimentos que os alunos do ensino médio.

Montar a exposição, não foi fácil, mas acompanhávamos os colegas de turma, e enquanto uns apresentavam o que tinha feito, os demais alunos apreendiam também aquele conteúdo, o que era também uma forma de aprender como abordar os outros assuntos que seriam expostos.



Figura 13 – Exposições da Mostra do PIPE 5 em 2018. 1 – Luminescência; 2 e 3 – Dualidade da Luz; 4 – Raios C3smicos. Fotos: Silvia Martins

Durante a exposiç3o, quando chegava um professor para visitar, o primeiro pensamento era de que ele me faria uma pergunta que eu n3o saberia explicar, mas o que realmente aconteceu, foi totalmente diferente disto. Os professores interagiam com a exposiç3o, perguntavam, mas tamb3m, ensinavam muito durante o tempo que estavam ali. Foi uma experi3ncia realmente edificante.

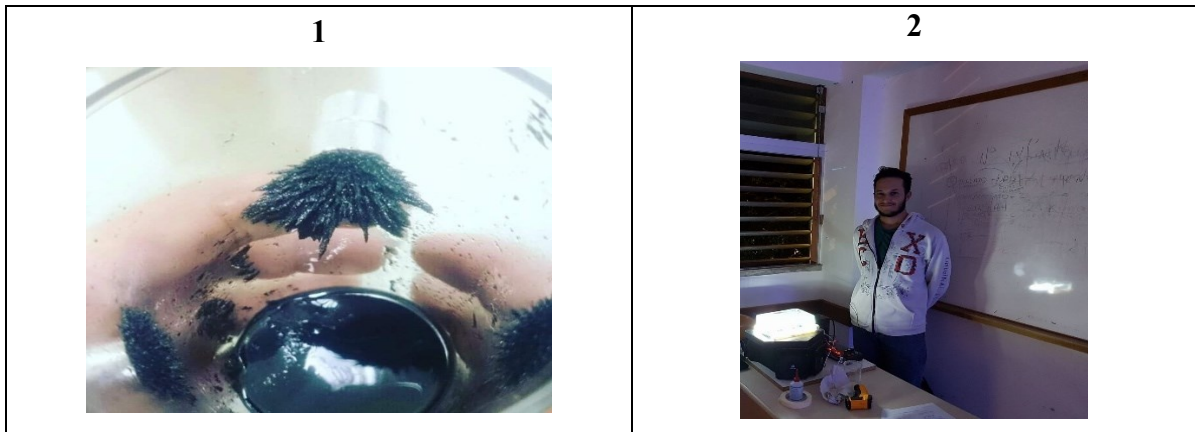


Figura 14 – Experimentos da Mostra de PIPE 5 em 2017. 1 – Ferrofluido e; 2 – Câmara de Nuvens. Foto: Lucio Neves

4.2. O Estranho Mundo da Física Quântica

A exposição O Estranho Mundo da Física Quântica (Figura 15) foi realizada por alunos da disciplina Tópicos Especiais em Ensino de Física, que era, até 2018, uma disciplina optativa do curso de Licenciatura em Física da UFU.



Figura 15 – Exposição “O estranho mundo da Física Quântica”. 1 – Folder de divulgação; 2 – O átomo de Bohr e; 3 – Vista geral da exposição. Fotos: Rogério Alves

Diferentemente de PIPE 5, esta disciplina não tinha como foco física moderna e contemporânea, e não era ofertada todos os anos, sendo assim, só realizou esta exposição uma vez.

A maioria dos alunos desta disciplina, tinham maior conhecimento com assuntos de FMC, muitos já tinham cursado PIPE 5 e estavam cursando a disciplina de Introdução a Quântica. Por esta razão, a mostra tinha um pouco mais de conceitos de FMC, se comparado com a mostra de PIPE 5 e, além disto, não tinha como foco fazer uma apresentação para o ensino médio.

Houve ampla divulgação da mostra, via redes sociais e assim, possibilitava a participação de toda a comunidade, sendo também um evento de divulgação científica. O tema atraiu pessoas de diferentes áreas, inclusive pessoas que tinham uma visão da mecânica Quântica como mística e, ao chegar na mostra, se deparou com ideias completamente diferentes daquelas que esperava. Este acontecimento, evidencia como que, no contexto de Uberlândia, ao tratar deste assunto, precisa-se estar preparado para responder e debater sobre esta visão errônea que há da mecânica quântica.

4.3. A Matemática do Átomo

Esta foi uma exposição preparada pelo Museu DICA no evento Brincando e Aprendendo, com auxílio de um discente do curso de Licenciatura em Física (Figura 16). O evento é voltado para alunos da educação básica, porém, é acessível ao público em geral.

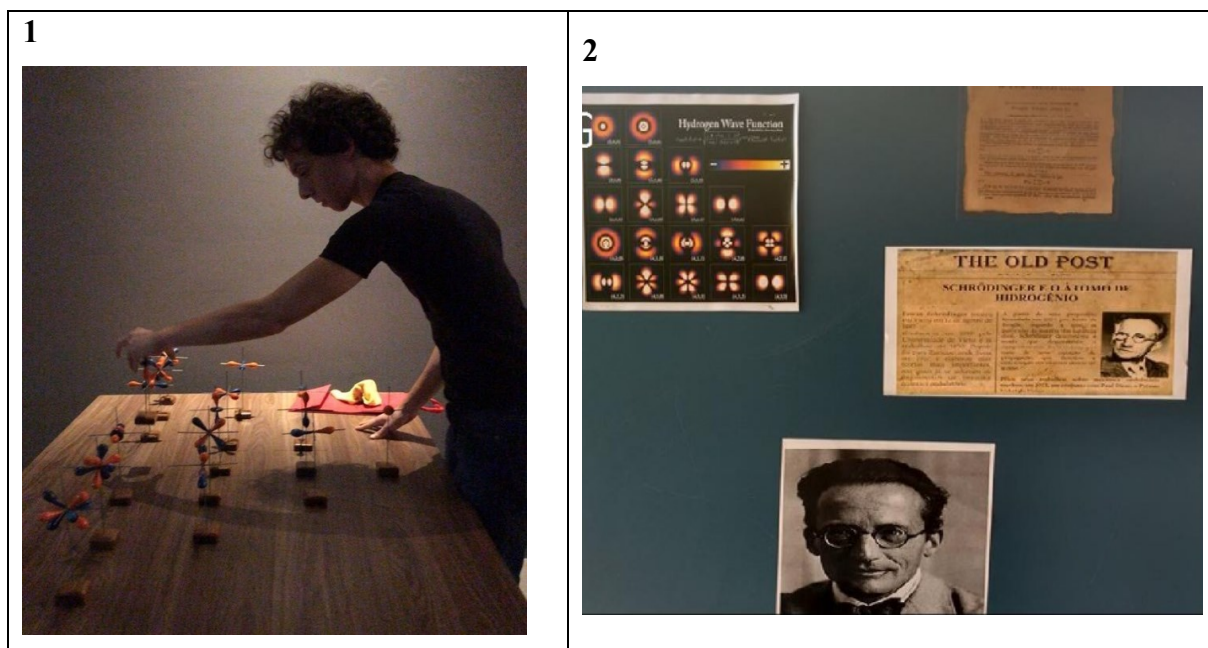


Figura 16 – Exposição Matemática do Átomo em 2017. 1 -Representação dos Orbitais e; 2 – Painel expositivo que acompanha a exposição. Fonte: Guilherme Augusto.

Neste evento, discentes de diversos cursos de graduação da UFU preparam e apresentam stands para o público, sabendo disto, anualmente diversas escolas de Uberlândia e da região, levam turmas para o evento.

Na edição de 2017, houve a exposição A Matemática do Átomo que levou ao público, uma representação dos orbitais, feitos com biscuit, e ainda as soluções da equação de Schroedinger para o átomo de hidrogênio, Figura 17. Das três exposições citadas aqui, esta é a que obteve mais contato com o público estudante da Educação Básica, uma vez que o evento recebeu vários ônibus de alunos das escolas da região.

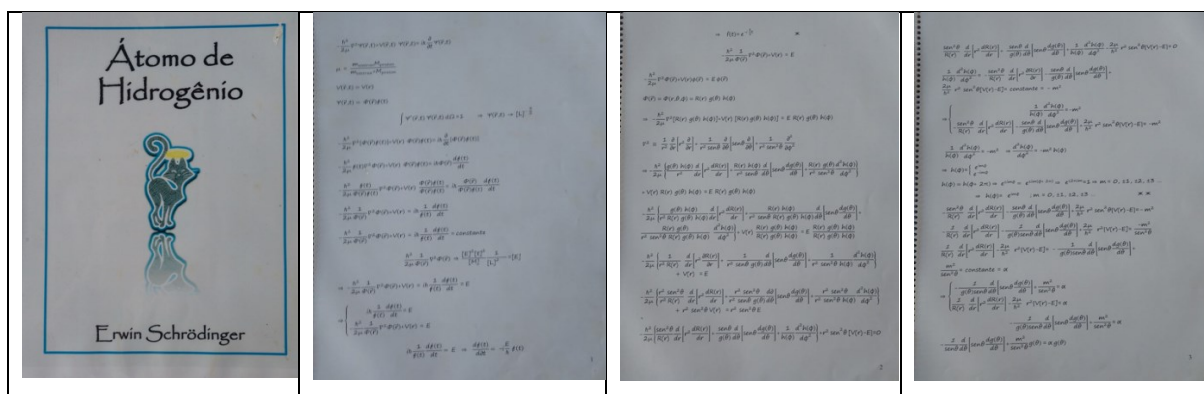


Figura 17 – Primeiras páginas do caderno de apresentação da resolução da Equação de Schroedinger. Fotos: Guilherme Augusto

É importante ressaltar que, o objetivo desta exposição, não era ensinar ao público a solução da equação de Schroedinger, mesmo porque, para resolvê-la é necessário um conhecimento matemático que só alunos da graduação em um curso da área de ciências exatas saberia. A verdadeira intenção, era mostrar a complexidade por traz das imagens dos orbitais, e assim, trazer o assunto da necessidade de conhecimentos matemáticos para que se possa discutir, de forma mais profunda, a mecânica quântica.

Esta exposição, possibilitou que observássemos que a maioria das pessoas não tinham o menor conhecimento sobre os orbitais, acreditavam que na representação mais antiga do átomo, aquela com o núcleo e os elétrons orbitando, era a mais atual. Muitos também não faziam ideia da matemática avançada que estão presentes nos estudos da física, por esta razão, o contato com a resolução da equação de Schroedinger para o átomo de hidrogênio, gerou espanto em muitos e curiosidade em outros. De forma geral, avalio que a exposição atingiu o objetivo de fazer divulgação científica, e ainda foi muito bem vista entre o público adulto, as crianças ainda preferiram os brinquedos, o que já era de se esperar.

5. CERN – CONSEIL EUROPÉEN POUR LA RECHERCHE NECLÉAIRE

“Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire” – CERN, em português significa “Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear”. Considera-se que a história do CERN se iniciou na década de 1940 quando um grupo de cientistas viu a necessidade de a Europa ter um centro de ciência a nível mundial, buscando parar a imigração de cientistas para os Estados Unidos, que teve início no decorrer da Segunda Guerra Mundial, e fortalecer os países da Europa no período pós-guerra.

O trabalho no CERN ajuda a descobrir o que compõe o universo e como isso acontece. O que possibilita estes estudos é que o laboratório disponibiliza aos pesquisadores o acesso a informações e dados de um acelerador de partículas, possibilitando assim o avanço do conhecimento humano.

O laboratório, que começou a se estabelecer em 1954, atende cientistas do mundo inteiro e se tornou um exemplo de colaboração internacional. Em tradução literal, tem como missão:

- fornecer uma gama única de informações e dados do acelerador de partículas, possibilitando a pesquisa e avanço do conhecimento humano.
- realizar pesquisas a nível mundial em física fundamental.
- unir pessoas de todo o mundo para expandir as fronteiras da ciência e tecnologia, para o benefício de todos.

A princípio, a ideia de criação do CERN pode parecer bastante nacionalista, mas na convenção do CERN ficou estabelecido que não é função da organização se preocupar ou trabalhar para suprir exigências militares, além disto, os resultados obtidos em trabalhos teóricos e experimentais serão amplamente publicados ou divulgados para a comunidade científica.

Grande parte das descobertas importantes e contribuições do CERN para a ciência, aconteceram e ainda acontecem por causa do acelerador de partículas da instituição. De acordo com o CERN, o primeiro deles, 600 Mev Synchrocyclotron (Figura 18), foi construído em 1957 e possibilitou a realização dos primeiros experimentos do CERN na área de Física Nuclear e de Física das Partículas, que posteriormente passou a ser trabalhada pelo Próton Synchrotron, mais

novo e potente que o primeiro. Desde então o laboratório foi crescendo até chegar ao Large Hadron Collider – LHC, que possibilitou a descobertas como Bóson de Higgs, as Correntes neutras e os pentas quarks, além de importantes contribuições para o desenvolvimento tecnológico mundial.

O CERN, além de um laboratório internacional de pesquisas na área de física de partículas, é uma importante atividade científico-cultural para Genebra e assim, incluída no roteiro turístico da cidade, tanto pelas exposições quanto pela estrutura do local. Além disto, muito é divulgado na internet, o que chama a atenção de várias pessoas, sejam ligadas a ciência ou não. Nesse sentido, as visitas aos laboratórios abertas ao público, promovidas pela equipe do CERN, as exposições duas e as ações de formação de professores fazem do CERN também um importante espaço de comunicação científica.

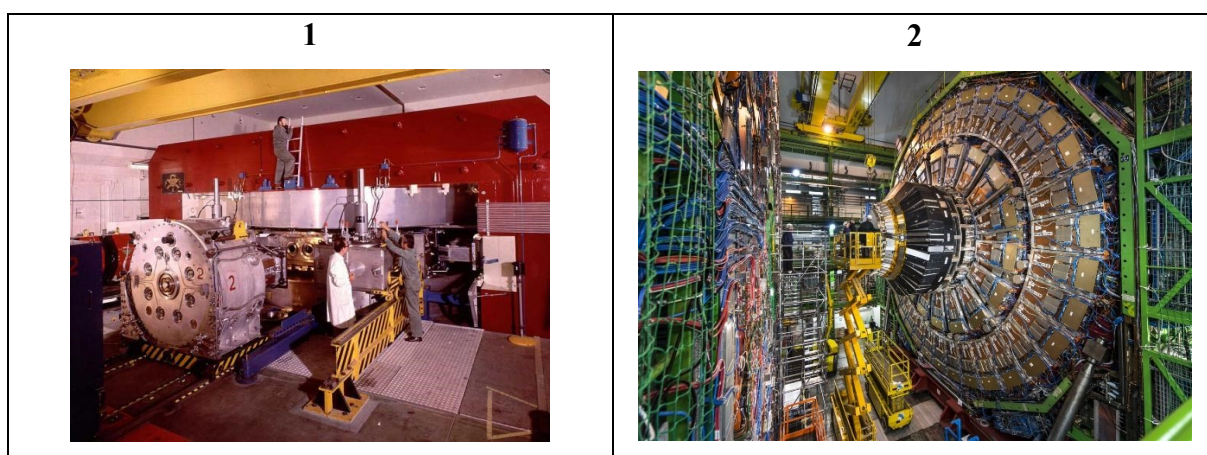


Figura 18 – Aceleradores de Partículas do CERN. 1 – Synchrocyclotron e; 2 – Large Hadron Collider (Fotos: CERN)

5.1 Notícias sobre as ações de popularização do CERN.

Foram separados na Tabela 01 algumas das principais notícias divulgadas que envolvem, de alguma forma, o CERN ainda em 2019 e os links para visualizá-las na íntegra.

Ao observarmos as notícias foi possível observar que o fato de o CERN recorrer a um software de código aberto por causa do aumento das taxas cobradas pela Microsoft gerou muita divulgação, em diferentes sites de notícias de diversas partes do mundo. Fica nítido também, que todas as grandes descobertas do laboratório são bastante divulgadas e a possibilidade de construir um acelerador de partículas maior, também desperta a curiosidade das pessoas, o que é muito bom para a divulgação científica e cumpre com o que foi estabelecido na Convenção CERN. Como exemplo, a seguir destacamos trechos de algumas notícias.

“Cientistas anunciaram a observação de “violação da simetria CP em um méson D” no CERN, uma descoberta que aparecerá nos livros escolares de física durante anos. Você provavelmente está imaginando o que isso significa.” GizModo Brasil, 25/03/2019.

“Cientistas afirmaram que o Grande Colisor de Hádrons (LHC, na sigla em inglês) identificou duas novas partículas nunca vistas antes. Além disso, o acelerador pode ter encontrado evidências de uma terceira.

As duas novas partículas, previstas pelo modelo padrão de quarks, são bárions, a mesma família de partículas dos prótons usados em experimentos do LHC. Os bárions são compostos de três quarks – que apresentam diferentes tipos: up, down, strange, charm, bottom, e top.” Revista Galileu, 28/09/2018.

“O Laboratório Europeu de Física de Partículas (CERN) “alcançou um maior nível na compreensão da antimatéria” ao observar, pela primeira vez, a transição eletrônica Lyman-alfa em um átomo de anti-hidrogênio, segundo um comunicado.” EXAME, 24/08/2018.

Tabela 01 – Notícias envolvendo o CERN em 2019

Notícia	Publicado por	Link da notícia
“CERN recorre ao software de código aberto à medida que a Microsoft aumenta suas taxas”	ENGADGED	https://www.engadget.com/2019/06/13/cern-microsoft-alternatives-project-open-source-software/
“Chandigarh ao CERN: conheça a mulher indiana que ajudou a descobrir a "God Particle"”	The Better India	https://www.thebetterindia.com/186719/punjab-manjit-kaur-cern-god-particle-inspiring-woman-scientist-india/
“CERN planeja novo acelerador de partículas 4 vezes maior que o atual”	EPOCH TIMES	https://m.epochtimes.com.br/o-cern-planeja-novo-acelerador-de-particulas-4-vezes-maior-que-o-atual/
“CERN, berço da internet, celebra 30 anos da rede mundial de computadores”	EXAME	https://exame.abril.com.br/tecnologia/cern-berco-da-internet-celebra-30-anos-da-rede-mundial-de-computadores/
“Por que uma nova e incrível observação do CERN está fazendo os físicos estourarem champanhe”	GIZ MODO BRASIL	https://gizmodo.uol.com.br/observacao-cern-fisicos-comemoracao/
“Fabiola Gianotti: saiba mais sobre a primeira mulher a dirigir o CERN”	GALILEU	https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2019/03/fabiola-gianotti-saiba-mais-sobre-primeira-mulher-dirigir-o-cern.html

5.2 O CERN e o Público

Além do que é noticiado, pelo motivo de o CERN ser colocado no roteiro turístico da cidade, há uma forma de os visitantes avaliarem e contarem a experiência de visitar o laboratório, através do site TripAdvisor. Isto é algo muito interessante para o CERN que pode melhorar coisas nas exposições ou no atendimento ao público olhando o que é exposto no site, e ainda, é interessante para as pessoas que querem conhecer as exposições, pois ao ler sobre a

experiência de outras pessoas, podem se programar ou se preparar para não ter imprevistos antes ou durante a visita.

É interessante destacar que o CERN tem 1422 avaliações no TripAdvisor, e destas, 90% avaliaram como “excelente” ou “muito bom”, e apenas 3% avaliaram como “péssimo”. Desta forma, a avaliação do CERN é muito boa, tendo nota 4,5 em um total de 5. A seguir, destacamos (em tradução literal) algumas avaliações positivas e negativas escritas no TripAdvisor.

Avaliações positivas:

“Visita fantástica ao maior acelerador de partículas do Mundo. Vale a pena a visita, pelo lado da curiosidade e também pelo lado científico. Experiências, cujo objetivo é a acelerar partículas elementares (prótons ou nêutrons) e provocar colisões entre elas, dando origem a novas matérias.”

“Excelente atração gratuita! Duas exposições muito interativas e didáticas explicam o modelo padrão, teoria basal da física moderna, o funcionamento do LHC e seus 4 experimentos e os objetivos de suas linhas de pesquisa sobre massa, antimatéria, matéria escura, ... A visita guiada permite aprofundar ainda mais esse conhecimento, embora seja um pouco difícil de se conseguir vaga. Mas só as duas exposições abertas ao público já valem a visita.”

“Visita previamente, agendada via internet. Neste caso a visita não se limita ao ambiente localizado na recepção e ao Globo localizado defronte. É uma visita / aula, com mais de 2 horas de duração, apresentada por um físico com PHD no assunto. São percorridas algumas instalações localizadas no interior do CERN. Ambiente sério, profissional, cordial e acolhedor. Espetacular”

“O CERN por sua importância para ciência mundial já é uma visita imperdível. Ver onde os maiores experimentos de Física de altas energias estão acontecendo é imperdível. No CERN foi onde nasceu a WEB e onde a pouco tempo o Bóson de Higgs foi detectado.”

Avaliações negativas:

“Minha visita foi quase intolerável. Eu não sou uma pessoa ignorante; eu tenho um mestrado e fiz aulas de física universitária. No entanto, a turnê não faz nada para tornar as informações sobre o centro e suas contribuições acessíveis aos leigos ou interessantes de qualquer forma. A

compreensão do inglês do guia de turismo estava incompleta e seu sotaque o tornava difícil de entender; Ele também correu ao longo do tempo em 2 horas e 2 minutos. Eu realmente senti muito por ter desperdiçado um dia nisso quando não valeu a pena.”

“Não é possível reservar este passeio! Ele diz que o registro começa às 8:30 15 ou 3 dias de antecedência ... então acho que, às 8:31 já não há vagas disponíveis! Como isso é possível?? Houve pontos quando eu comecei a reserva, mas enquanto eu estava preenchendo o formulário de inscrição que terminou! Quão rápido você deve ser para preencher este formulário? Realmente, pessoal, parece que somente robôs podem fazer uma reserva! Meu lugar desapareceu enquanto eu estava preenchendo o formulário, por quê? Muito, muito decepcionante! Pior experiência de reserva!”

A partir dessas críticas, podemos perceber que a maioria se refere a dificuldade de agendamento e sobre dificuldade com um monitor da visita guiada. Poucos acharam desinteressante ou entediante, mas houve reclamações sobre isto também. O que podemos concluir através das opiniões expostas, é que nem todos irão gostar das exposições, mas uma vez que a grande maioria escreve elogios, pode-se observar que a mostra está no caminho certo, mesmo assim, através das críticas podem tentar resolver alguns problemas, como a dificuldade de agendamento.

5.3 Universe of Particles

Exposição Universe of Particles (Universo de Partículas, em tradução livre) é organizada pelo CERN (Organização Europeia para Pesquisa Nuclear) e busca apresentar ao público conteúdos relacionados às partículas elementares e, ao mesmo tempo, apresentar alguns elementos relacionados aos trabalhos desenvolvidos pela instituição. A tabela 01 apresenta algumas informações sobre a exposição.

Tabela 02 - Dados sobre a exposição (Universe of Particles)

Universe Of Particles (Universo de Partículas, em tradução livre)	
A idade mínima para visitar a exposição é 10 anos, a comunicação é feita em cinco idiomas diferentes: Inglês, Frances, Espanhol, Alemão e Italiano, os principais idiomas na Europa. Há a possibilidade de agendar visitas guiadas para grupos e escolas, a exposição é aberta ao público de segunda-feira a sábado, das 10:00 as 17:00 horas e o tempo de visitação é de aproximadamente uma hora.	
Período de Exposição	Exposição Permanente
Local	CERN – Globe of Science and Innovation (Suíça) Endereço: 385 route de Meyrin – CH 1217, Meyrin Telefone: +41 22 767 76 76
Horário	Segunda à Sábado – 10:00 às 17:00 horas
Website	http://visit.cern/exhibitions/universe-particles

Fonte: CERN

Esta é uma exposição permanente, inaugurada no dia 01 de julho de 2010 e localizada no Globe of Science and Innovation, que é um espaço de 450 m² e é parte instalações do CERN (Figura 15). Todo conteúdo da exposição é apresentado em Inglês e Francês, mas os conteúdos audiovisuais estão disponíveis em Inglês, Francês, Alemão, Italiano e Espanhol.

Os objetivos da exposição são apresentados ao público em um quadro no início da apresentação (Figura 20): *“Tudo no universo é feito de partículas. De onde elas vêm? Qual a origem das Leis da Natureza? No CERN, o Large Hadron Collider – o mais poderoso acelerador já construído – oferece uma ferramenta única para cientistas de mais de 100 nações ao redor do mundo. Colisões produzem novas partículas que são estudadas usando detectores gigantes, para nos permitir um olhar sobre os mistérios do universo. Encontre mais sobre o fascinante mundo das menores e maiores dimensões”* (em tradução livre). Este texto de apresentação evidencia o intuito do CERN de apresentar os objetivos da instituição, além de conceitos relacionado às partículas elementares e as leis da natureza.

A exposição é composta essencialmente por textos e imagens dispostos em instalações arredondadas (Figura 18), em um ambiente escurecido criando um ar de mistério buscando envolver os visitantes. Entre as primeiras instalações são levantados questionamentos ao visitante: “quem somos”, “de onde viemos”, “para onde vamos”, dentre outras (Figura 21), que acreditamos ser uma estratégia museográfica interessante para engajar os visitantes para buscar respostas nas demais instalações, uma vez que a exposição aborda uma temática complexa e muitas vezes distante do cotidiano das pessoas.



Figura 19 – Globe of Science and Innovation – instalação que abriga a exposição Universe of Particles. Fonte: <https://www.geneve.com/en/attractions/the-globe-of-science-and-innovation-cern/>

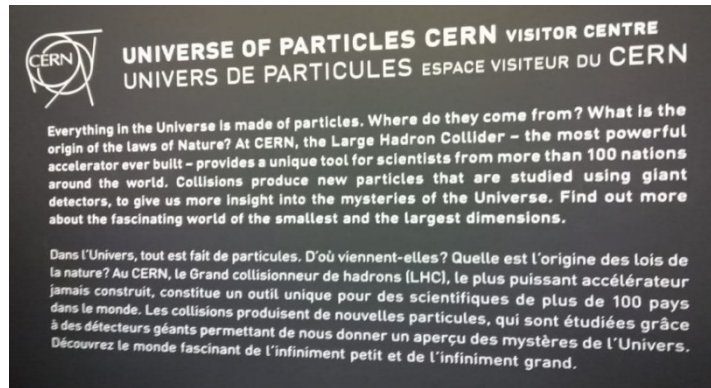


Figura 20 - Quadro de Apresentação da Exposição Universe of Particles.
Foto: Silvia Martins

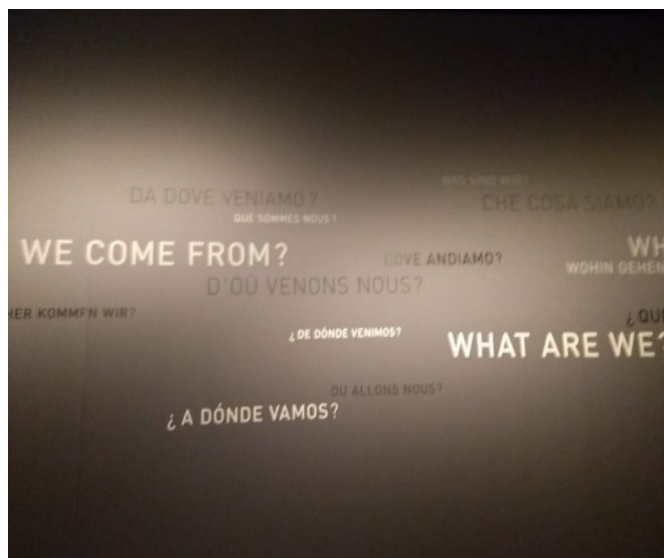


Figura 21 – Questões problematizadoras da exposição. Foto: Silvia Martins



Figura 22 – Espaço Interno da Exposição. Foto: Silvia Martins

5.3.1 A exposição é dividida em 6 áreas:

1. Mysterious world – Mundo misterioso (em tradução literal).

É o início de toda a exposição, logo em o papel de envolver o visitante em todo o tema que será abordado. Assim, neste início, o visitante é convidado a explorar o Universo por um referencial que inicia com as menores e vai ate as maiores escalas de espaço, tempo e energia.

Posteriormente, o visitante é apresentado às cinco grandes questões para o CERN, ou seja, são as questões que motivam as pesquisas do laboratório. Elas envolvem assuntos como Universo Escuro, Antimatéria, Origem da massa, dimensões extras e o estado primordial da massa.

Em seguida o visitante conhece as duas equações fundamentais (Figura 23) para este assunto: A equação que descreve as leis para campos e partículas e a equação para a Teoria de Cordas. E por fim, tem contato com algumas publicações de 1964 sobre a descoberta dos bósons de “Higgs” (Figura 24).

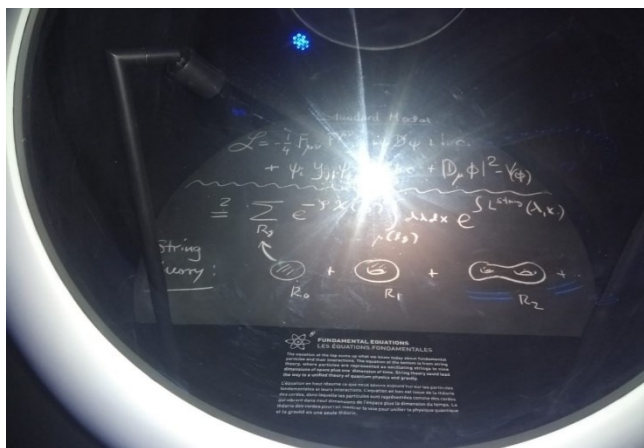


Figura 23 – Equações Fundamentais.
Fotos: Silvia Martins

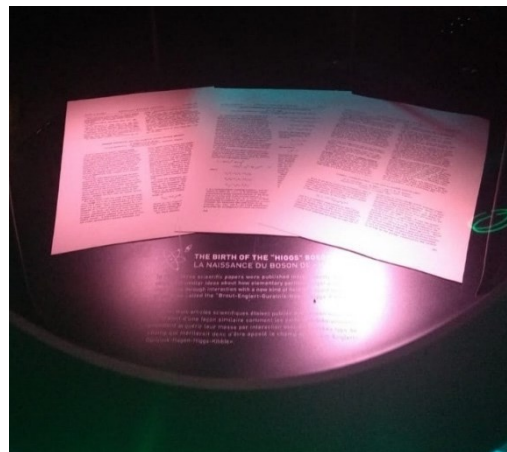


Figura 24 – Publicações sobre os Bósons de “Higgs”.
Fotos: Silvia Martins

2. Large Hadron Colider - LHC

Nesta parte, em uma mesa interativa o visitante tem contato com um mapa do CERN para conhecer o acelerador e os experimentos do laboratório (Figura 25). Ao interagir com a mesa o visitante segue o caminho das partículas no acelerador LHC.

Além disto, são apresentados alguns vídeos curtos que mostram a instalação dos grandes detectores do LHC. Há ainda uma réplica do primeiro acelerador circular de partículas, criado em 1930, o cyclotron de Ernest Lawrence. Por fim, explicam a origem dos prótons no LHC e apresentam o dipolo magnético do acelerador.



Figura 25 – Mesa interativa da exposição Universe of Particle.
Fonte: CERN

3. Detecting Particle – Detectando Partículas (em tradução literal).

Nesta área, apresentam, também de forma interativa, como funciona um detector de partículas, mostrando como as partículas são detectadas e que medidas são necessárias para encontrar partículas como os bósons de Higgs. Esta área da exposição é mostrada na Figura 03.

Aqui, o visitante faz um tour interativo pelo LHC, para compreender as complexas estruturas que o compõem. E por fim, descobrem como antipartícula pode ser armazenada utilizando campos elétricos oscilantes.

4. Science Without Border – Ciência se Bordas (em tradução literal).

Neste momento, é apresentada ao visitante a importância das pesquisas básicas nas tecnologias que usamos diariamente e na medicina. Além disso, mostram que há cientistas no CERN de diferentes nacionalidades, citam mais de 100 países. Ainda apresentam um pouco dos 50 anos de história do laboratório e a contribuição do CERN nas áreas de educação.

5. In their own words – Nas palavras deles (em tradução literal).

Utilizando recursos audiovisuais, cientistas apresentam os seus mistérios favoritos (Figura 08), tais como: Porque partículas possuem massa; qual o destino do universo; se existem dimensões ocultas; quais são os segredos obscuros do universo e porque antipartículas desaparecem.

6. Research Area – Área de pesquisa (em tradução literal)

Espaço reservado para apresentar ao visitante o estado atual das atividades do CERN.

A Figura 26 mostra como estão dispostas estas áreas no espaço que o CERN possui.

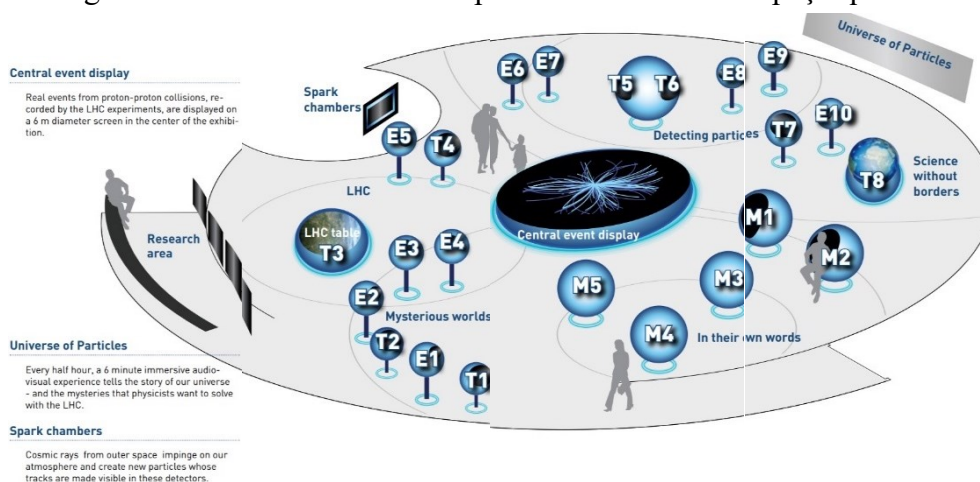


Figura 26 – Disposição das áreas da exposição Universe of Particles.
Fonte: CERN

5.3.2 Informações Disponíveis no Site da Exposição

O site da exposição (<https://visit.cern/exhibitions/universe-particles>), apresenta uma breve apresentação explicando que visitar a exposição é uma experiência completamente única, explica ainda que o principal objetivo da exposição é justamente fazer com que o visitante confronte as principais questões da física contemporânea e assim, introduz o assunto abordado na exposição – As partículas (Figura 27).

Um breve vídeo, de dois minutos, acompanha esta parte introdutória na divulgação da exposição. Nele temos um primeiro contato do que podemos ver na exposição, ou seja, é vídeo convidativo para despertar o interesse em visitar a exposição.

Algumas informações importantes são expostas logo nesta primeira página do site, tais como a necessidade de o visitante estar sempre com a identificação durante a visita, e as proibições de fumar, comer, beber, carregar bagagens ou levar animais de estimação para a exposição.

O site ainda disponibiliza o folder (Figura 28) que oferece alguns detalhes sobre a exposição e as diferentes áreas de visitação. De acordo com o folder, a exposição visa realmente estimular a curiosidade dos visitantes e ainda trazer tudo que há de mais recente nas pesquisas para a realidade das pessoas. Com a preocupação de mostrar os mistérios sem respostas ainda, podem gerar em algumas pessoas, a vontade de encontrar estas respostas e assim, desenvolver a ciência.

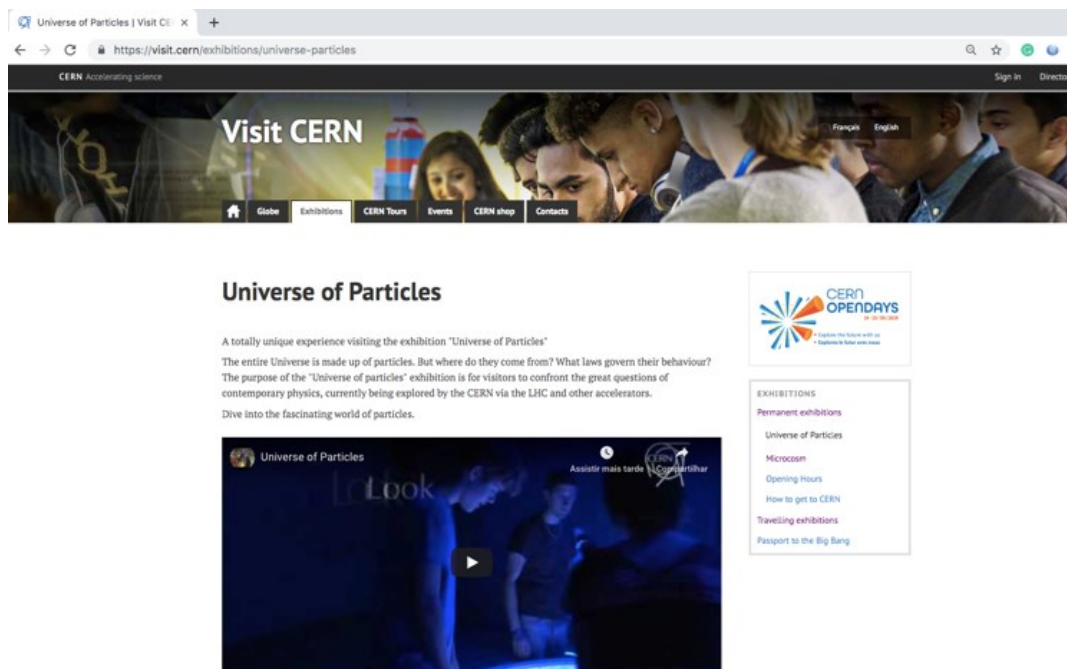


Figura 27 – Página inicial do site da exposição Universe of Particles. Fonte: CERN

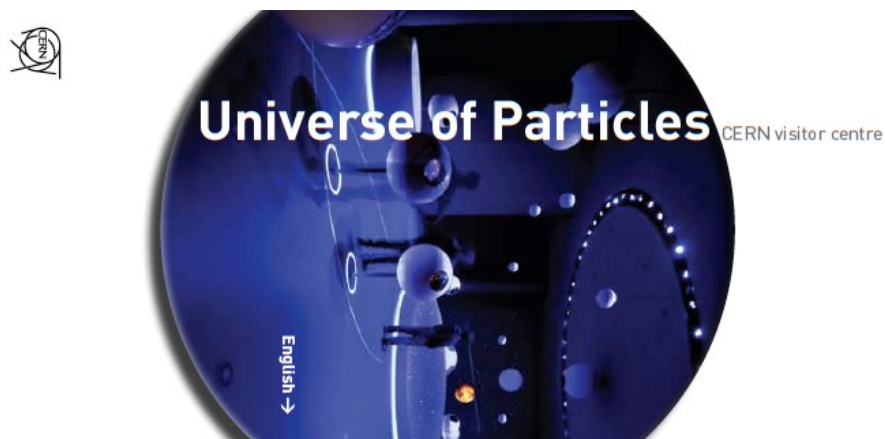


Figura 28 – Capa do folder da exposição Universe of Particles. Fonte: CERN

5.4 Microcosm

A exposição Microcosm (Microcosmo, em tradução literal), também é organizada pelo CERN e é voltada para a apresentação do laboratório (Figura 29). Apresenta as estruturas dos experimentos em escala real e os responsáveis pela construção e operação dos experimentos. Além disso, mostra o que acontece dentro do LHC, convidando o visitante a seguir o caminho das partículas, partindo da garrafa de hidrogênio, passando pela rede de aceleradores até, por fim, chegar à colisão.

Tabela 03 - Dados sobre a exposição Microcosm

Microcosm (Microcosmo, em tradução livre)	
A idade recomendada para visitar a exposição é acima de 12 anos, a comunicação é feita em cinco idiomas diferentes: Inglês, Frances, Espanhol, Alemão e Italiano, os principais idiomas na Europa. A exposição é aberta ao público de segunda a sexta-feira, das 8:30 às 17:30 horas, aos sábados, das 9:00 às 17:00 horas, e o tempo de visitação é de aproximadamente uma hora.	
Período de Exposição	Exposição Permanente
Local	CERN – Globe of Science and Innovation (Suíça) Endereço: 385 route de Meyrin – CH 1217, Meyrin Telefone: +41 22 767 84 84
Horário	Segunda à Sexta-feira – 8:30 às 17:30 horas Sábado – 9:00 às 17:00 horas
Website	https://microcosm.web.cern.ch/en

Fontes: CERN.



Figura 29 – Painel de início da exposição Microcosm. Foto: Silvia Martins

Ao entrar na exposição, nos deparamos com um corredor que apresenta visualmente, uma linha do tempo, desde o Big Bang até a formação do universo (Figura 30). Neste começo, a exposição aborda o tema das partículas também (Figura 31), mostrando como tudo no universo é formado por átomos, que os átomos são formados por núcleo e elétrons, que o núcleo é formado por quark⁺ e quark⁻, e juntas estas partículas constituem tudo o que temos no universo. É importante destacar que apesar de a ideia ser apresentada, a natureza quântica não é discutida.

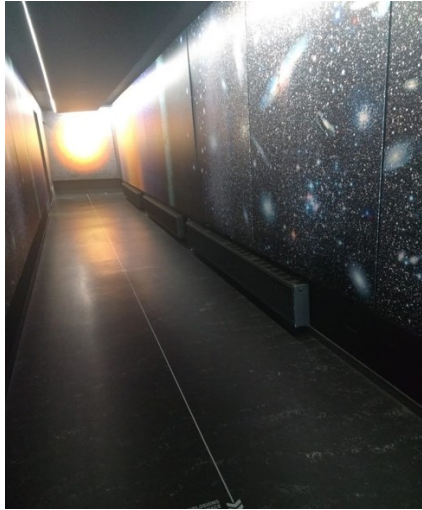


Figura 30 – Corredor inicial da exposição Microcosm. Foto: Silvia Martins



Figura 31 – Painel expositivo das partículas que compõem o universo. Foto: Silvia Martins

Ao longo da exposição, partes dos equipamentos são expostos ao público, alguns são réplicas, outros são peças reais (Figura 32). Além disso, mesas interativas apresentam tudo sobre o CERN, falam sobre como as peças são resfriadas, o processo de engenharia civil do local, controles, e muito mais (Figura 33).



Figura 31 – Peças expostas na exposição Microcosm. Fonte: CERN

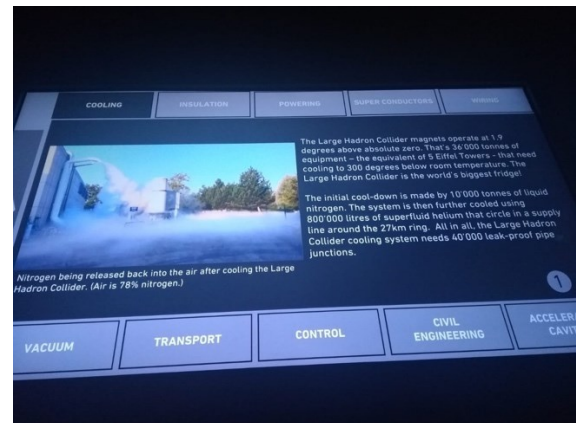


Figura 32 – Apresentação dos detalhes técnicos de funcionamento do CERN. Foto: Silvia Martins

Ao final da exposição, temos uma representação da sala de cientistas do CERN (Figura 34). Pode parecer estranho, mas desta forma é possível levar o visitante, definitivamente ao laboratório, colocando como um verdadeiro cientista.

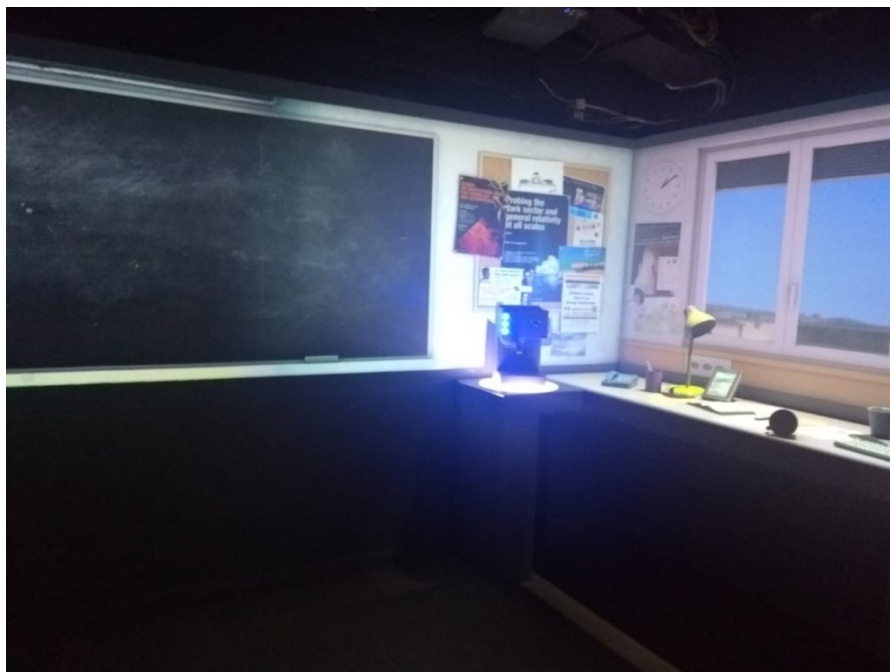


Figura 34 – Representação da sala de um cientista do CERN. Foto: Silvia Martins

Uma observação interessante é que na parte audiovisual, por ter vários aparelhos na mesma sala, há um aparelho que o visitante coloca no ouvido (Figura 35), desta forma o som de um equipamento não atrapalha o do outro e várias pessoas podem estar na mesma sala, com apresentação de conteúdos diversificados e todos compreenderem bem a mensagem passada.

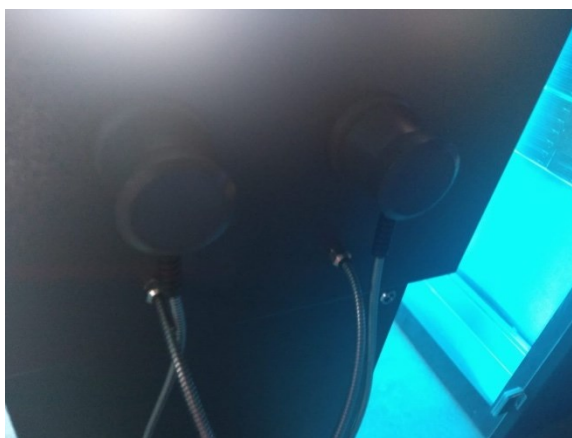


Figura 35 – Aparelho. Foto: Silvia Martins

Esta exposição não trata diretamente de assuntos de FMC, mas serve para mostrar todo o trabalho realizado, mostrar que é ciência, que há muitas pessoas e conhecimento envolvidos, não se tratando apenas de um lugar bonito, com uma estrutura legal para tirar fotos.

Uma contribuição muito importante desta exposição é que ela propicia uma aproximação com os cientistas, uma vez que há materiais audiovisuais, ao longo de toda a exposição, com cientistas explicando o que pesquisam, qual a função deles no CERN, quais contribuições para a ciência e muito mais (Figura 36). É interessante como cada um fala em seu idioma, mostrando a diversidade de países que estão representados no CERN e ainda, os vídeos são gravados tal qual está o cientista mesmo, o ambiente de trabalho original, sem cenários e sem enfeites.

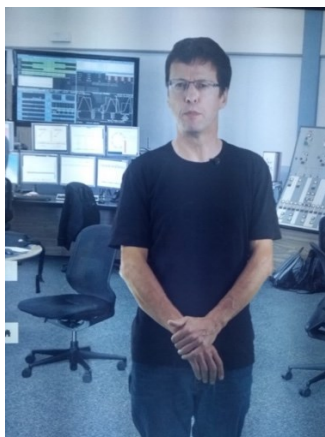


Figura 36 – Um dos cientistas que aparece na exposição. Foto: Silvia Martins

5.4.1 Informações Disponíveis no Site da Exposição

No site (<https://microcosm.web.cern.ch/en>), o visitante é convidado a conhecer, em escala real, as maravilhas dos experimentos do CERN (Figura 33). Deixando bem claro na apresentação, que esta exposição é mais voltada para conhecimento do CERN em geral, dos equipamentos e experimentos e das pessoas responsáveis pela construção do LHC.

As informações sobre dias e horários de funcionamento ficam expostas na pagina principal e logo em cima, o que facilita muito a visualização destas informações.

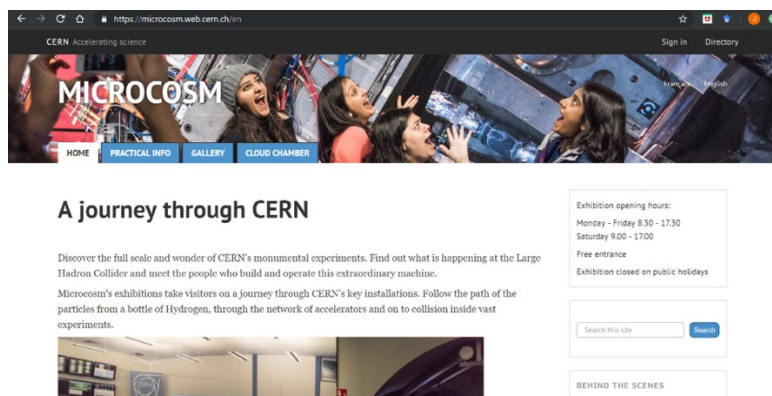


Figura 37 – Página inicial do website da exposição Microcosm. Fonte: CERN

Na página temos uma galeria de fotos, mostrando visitantes entusiasmados com o que estão vendo e nas legendas, comentários sobre o que é possível encontrar ao visitar a exposição, tais como “Conheça os Físicos do CERN” (Figura 36); “Siga o caminho das partículas” (Figura 38-1); “Descubra como o experimento funciona” (Figura 38-2); “Descubra sobre aplicações na medicina” (Figura 38-3); entre outras. Esta parte é importante

Temos também, uma página dedicada para as principais informações da exposição, local, facilidades de visitação, disponibilizam um mapa para auxiliar a encontrar a exposição, para quais linguagens a exposição está disponível e um número de contato.

Além disto, em uma outra página tratam sobre a Câmara de Nuvens, um experimento feito para observar partículas, o que é mais interessante é que tem um vídeo do experimento para “ilustrar”, uma breve explicação sobre o funcionamento do experimento e sobre as partículas que podem ser observadas. Por fim, disponibiliza um link para um manual de como construir uma Câmara de Nuvens.

Pode-se perceber que não há tantas informações sobre esta exposição, possivelmente por ser uma exposição mais nova, se comparada com a Universe of Particles. Porém o conteúdo do site é muito didático e faz muito bem o papel de divulgação científica. Desta forma, o site não tem apenas o intuito de convidar para ir visitar, mas sim de já apresentar informações da FMC para as pessoas que visitarem.

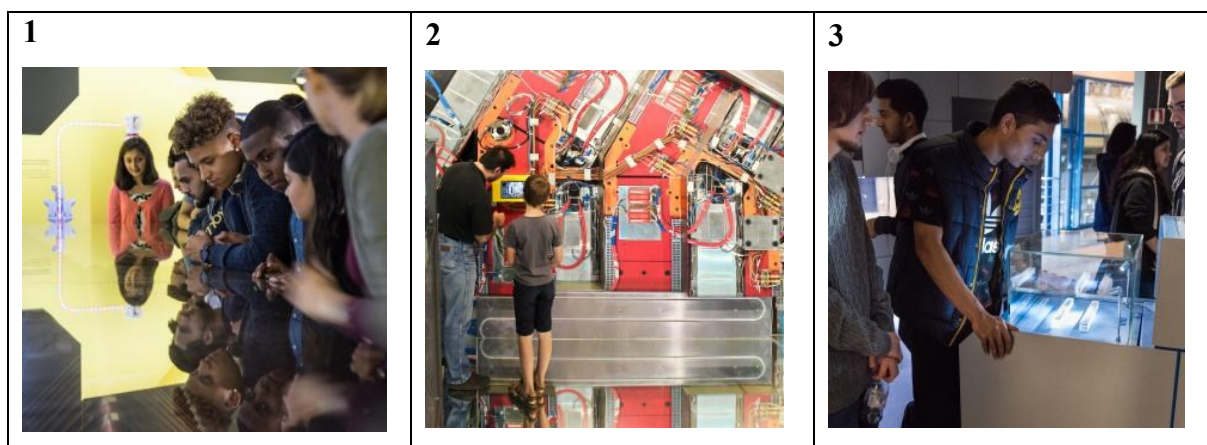


Figura 38 – Fotos da Exposição Microcosm, disponíveis no website da exposição.

Fonte (microcosm.web.cern.ch)

6. INSTITUTE FOR QUANTUM COMPUTING, UNIVERSITY OF WATERLOO - CANADÁ

O Instituto para Computação Quântica (IQC) é um instituto de pesquisa científica da universidade de Waterloo. Foi criado em 2002 para pesquisar o incrível potencial da informação quântica e transformá-la em tecnologias revolucionárias que beneficiariam a sociedade. As pesquisas realizadas pelo instituto, abordam as leis quânticas da natureza para o desenvolvimento de novas tecnologias e impulsionar futuras economias.

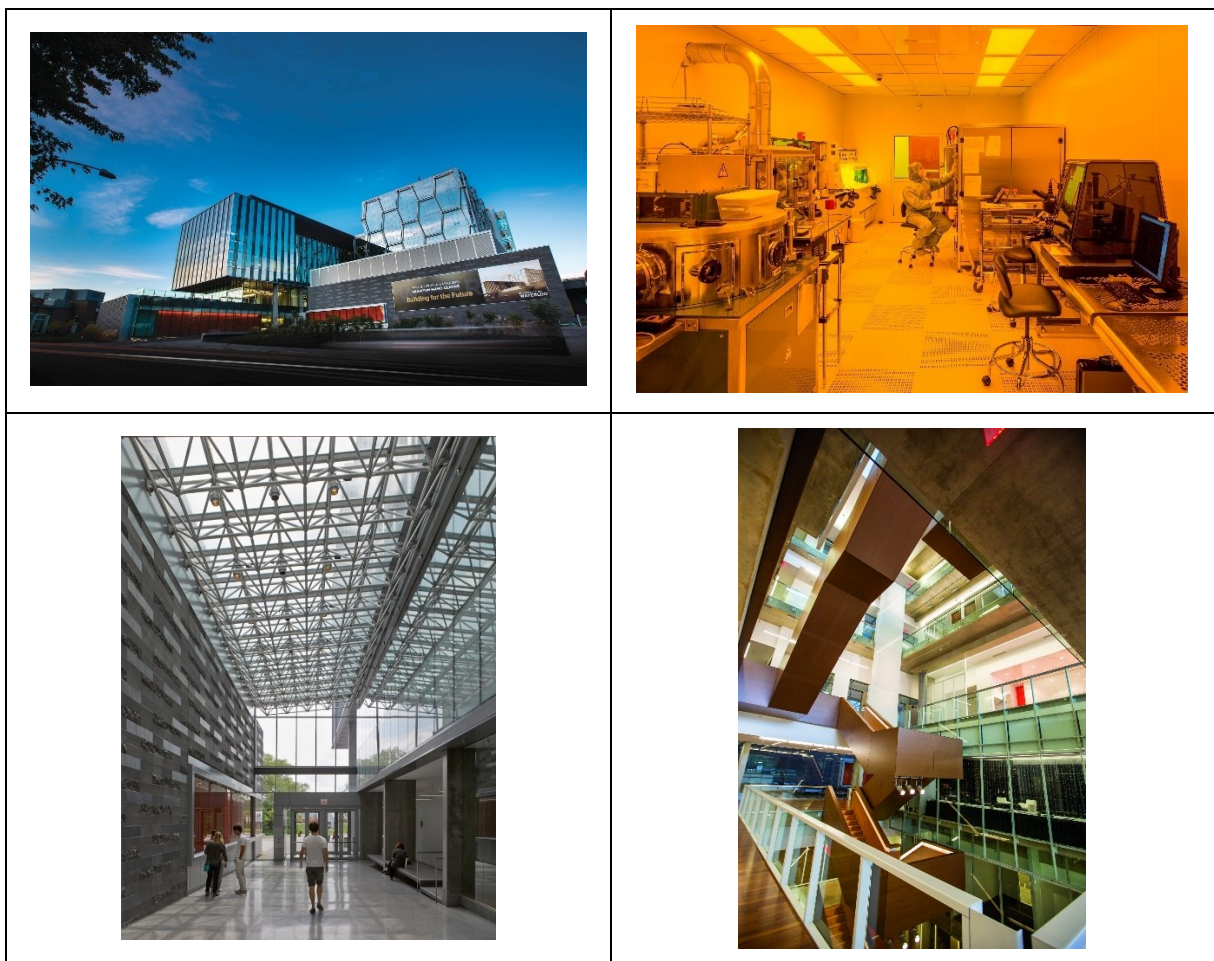


Figura 39 – Estrutura externa e interna do Lazaridis Centre, sede do Instituto para Pesquisas Quânticas da Universidade de Waterloo. Fonte (uwaterloo.ca)

A criação deste Instituto, apenas foi possível por causa da generosidade, investimento e patrocínio do empresário Mike Lazaridis, criador da empresa, Blackberry. Ele entendeu que para descobrir tecnologias realmente revolucionárias, os cientistas precisavam dos recursos e da liberdade intelectual então, contribuiu com eles. Além disto, Lazaridis viu a mecânica quântica, como uma nova área de pesquisa que poderia ser o meio de transformar teorias e

experimentos de laboratórios em aplicações reais. Com isto em mente, organizou um grupo de cientistas da Universidade de Waterloo, para dar início às pesquisas.

Para abranger a quântica integralmente, o IQC realiza tanto pesquisas teóricas, quanto pesquisas empíricas. Enquanto os cientistas teóricos exploram questões como a teoria da complexidade, algoritmos quânticos, correção de erros quânticos e fundamentos da mecânica quântica, os cientistas experimentais trabalham, nos laboratórios de ponta, com experimentos em óptica, nanoeletônica, ressonância magnética nuclear, sensores quânticos, e muito mais.

Os conhecimentos obtidos destas pesquisas já começam a demonstrar bons resultados na área tecnológica, como exemplo podemos citar a criptográfica quântica e os sensores quânticos que já estão chegando ao mercado.

6.1 Quantum – The Exhibition

Essa exposição foi organizada pelo Institute for Quantum Computing (Instituto para Computação Quântica), da University of Waterloo (Universidade de Waterloo) e busca explorar a ciência e a tecnologia da informação quântica.

Possuindo aproximadamente 362 m², esta exposição é composta por atividades interativas, jogos e vídeos que visam engajar visitantes de todas as idades em conceitos quânticos, desde superposição ao emaranhamento, e como eles poderão moldar as tecnologias do futuro.

Esta exposição é itinerante, ou seja, não possui um local fixo para apresentação. A inauguração foi em 14 de outubro de 2016 no THEMUSEUM, em Ontario, onde permaneceu até o dia 01 de janeiro de 2017. A segunda temporada da exposição foi abrigada pelo Science World at TELUS World of Science, em Vancouver, no período de 19 de janeiro de 2017 até 26 de fevereiro do mesmo ano. Posteriormente, em março de 2017, ficou exposta no Western Develop Museum, em Saskatchewan, onde permaneceu até 14 de junho de 2017. O Telus Spark, localizado em Alberta, manteve a exposição de junho a agosto de 2017 e o Discovery Center, de outubro a novembro de 2017. Já em 2018, foi exposta apenas em dois museus, Canada Science and Technology Museum e no Ontario Science Centre, onde permaneceu até janeiro de 2019.

Tabela 04 - Dados sobre a exposição Quantum: The Exhibition

Quantum: The Exhibition (Quântica: A Exposição, em tradução livre)	
Por ser uma Exposição Itinerante, não se pode falar sobre um local de exibição, idade mínima para visitação ou horários de atendimento ao público. Isto � estipulado de acordo com o museu que abriga a exposi�o e atualmente ela não está em exposi�o.	
Período de Exposi�o	Exposi�o Temporária e Móvel
Inaugura�o	10/2016
Temporada mais recente de exposi�o	10/2016 – 01/2017 – THEMUSEUM
	01/2017 – 02/2017 - Science World at TELUS Wolrd of Science
	03/2017 – 06/2017 - Western Develop Museum
	06/2017 – 08/2017 – Telus Spark
	08/2017 – 11/2017 - Discovery Center
	12/2017 – 04/2018 - Canada Science and Tecnology Museum
	08/2018 - 01/2019 - Ontario Science Center
	2019 – Agendas abertas.
Responsável pela Exposi�o	Universidade de Waterloo e Institute for Quantum Computing (IQC)
Website	https://uwaterloo.ca/quantum-exhibit

Fontes: Waterloo University.

De acordo com as fotos da exposi o no THE MUSEUM, museu no qual a exposi o foi inaugurada em 2016, pode-se observar que a comunica o   feita em dois idiomas, Inglês e Frances. Percebemos que, nesta exposi o, são abordados conceitos fundamentais da mecânica Quântica, tanto na parte textual, quanto nas imagens apresentadas.

Na figura 40, podemos ver a parte da exposi o de aborda duas leis da mecânica quântica. O texto apresenta como a primeira regra da quântica o princípio da superposi o e, como a segunda regra, o fato de o observador interferir na observa o. A comunica o   bastante clara e objetiva e a ilustra o fazendo a correla o com o “Gato de Schroedinger”, exemplificando que até abrir a caixa o gato estará vivo e morto ao mesmo tempo (superposi o), e quando abrir a caixa, o gato estará vivo ou morto.

A exposi o apresenta alguns painéis que contam as histórias das grandes mentes por trás da mecânica Quântica, tanto em termos científicos, quanto em termos filosóficos. Apresenta também, experimentos que tiveram grande importâncias no estudo e compreensão desta área da física (Figura 43). Evidentemente, os experimentos apresentados estão em uma versão mais tecnológica, se comparado com os originais, mas isto   um meio de deixa-los mais compreensíveis e interessantes ao público em geral.



Figura 40– Painel expositivo das duas regras da Mecânica Quântica.

Temos também uma parte voltada para a informação quântica, na qual o conteúdo é apresentado em um televisor, e toda a decoração em volta, faz referência a tecnologia (Figura 41). E ainda, uma parte que aborda os sensores quânticos (Figura 42), aparato que está começando a chegar ao mercado.



Figura 41 – Parte da exposição reservada para falar sobre informação quântica.

Fonte (awplife.com)



Figura 42 – Os sensores Quânticos.

Fonte (awplife.com)

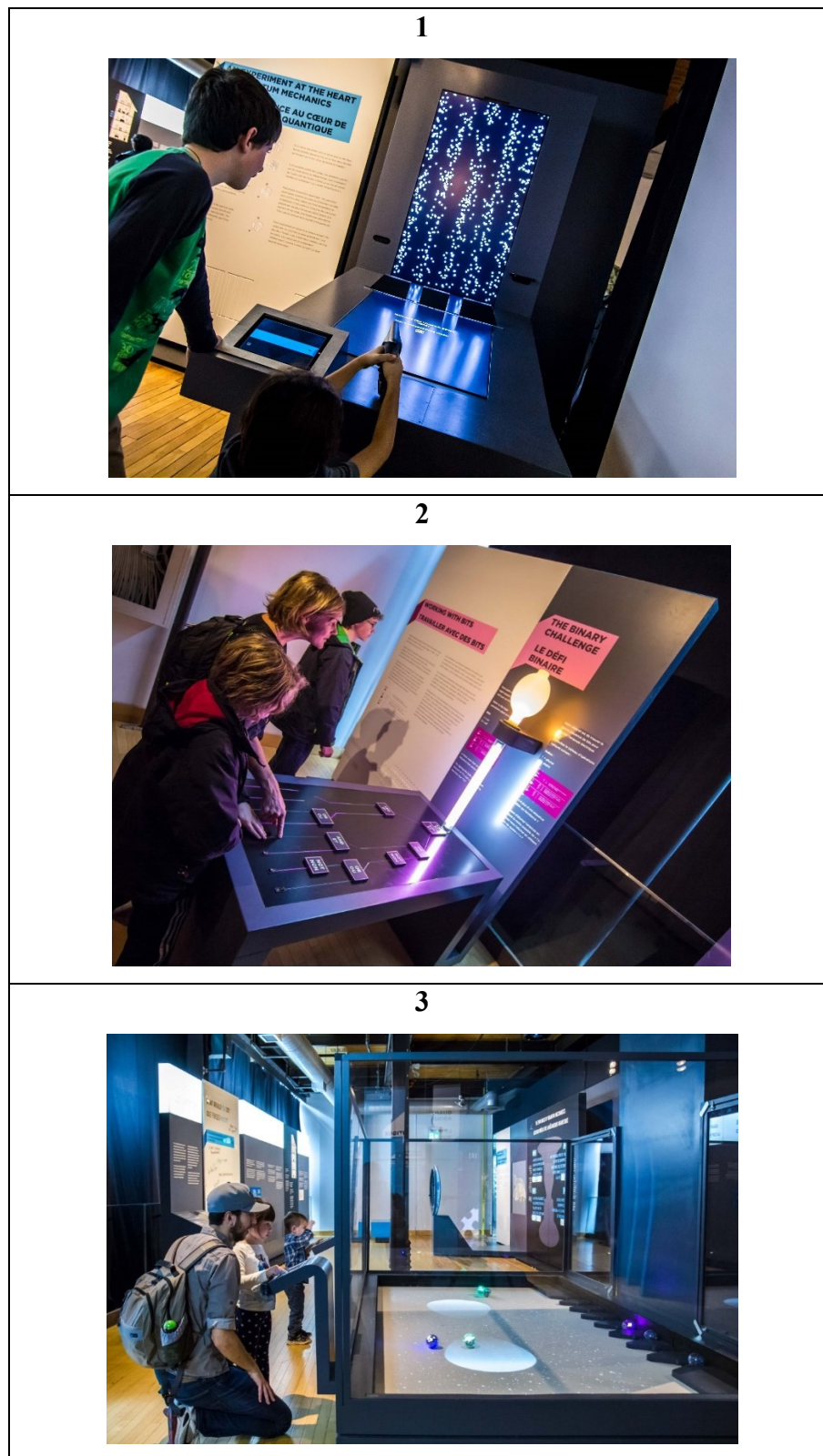


Figura 43 – Experimentos de mecânica quântica da exposição Quantum – The Exhibition. 1 – Dupla fenda; 2 – O desafio Binário e; 3 – Princípio da Incerteza de Heisenberg.
Fonte (awplife.com)

Em termos gerais, a exposição foi muito bem recebida pelo público e muito divulgada na mídia. Nestas divulgações, não só eram feitos convites para visitar, mas faziam uma breve apresentação, falavam sobre o que se trata a exposição, os canais que fizeram vídeos, exibiam alguns experimentos e assim, em termos de divulgação e informação científica, esta exposição cumpriu muito bem o seu papel. O fato de estar, atualmente, sem um local para exposição, levanta um questionamento, ainda sem resposta, como: “Toda esta divulgação midiática aconteceu por que fazia parte de uma ação governamental?”. Independente da resposta, o que foi feito foi sim de muita importância, mas não pode parar.

6.1.1 Informações Disponíveis no Site da Exposição

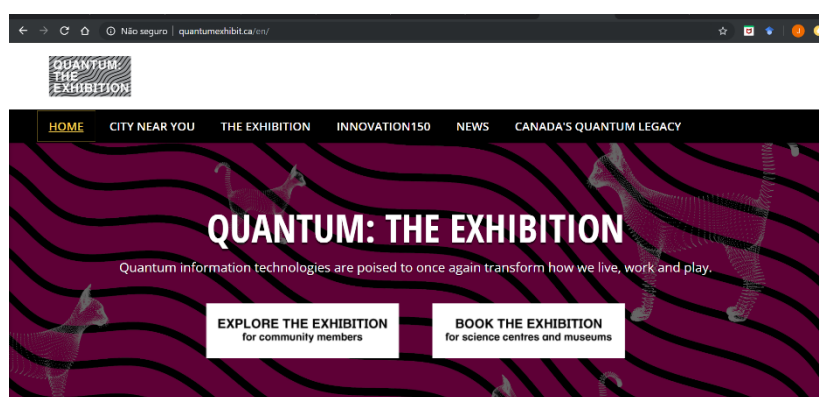


Figura 44 – Página inicial do website da exposição Quantum.

Desde a breve apresentação disponível no website da exposição, Figura 44, disponível em <http://quantumexhibit.ca/en/>, fica explícito que a exposição é diretamente voltada para a Quântica. Explícita que a quântica está entre nós, que é o estudo de como o nosso mundo funciona em níveis microscópios. Nesta parte inicial, temos acesso também ao local no qual a exposição está situada, e nos quais ela já esteve.

Na página voltada especificamente para a exposição temos algumas fotos (Figura 43) e mais um pouco de quântica para o visitante. De forma bastante futurística, esclarece que esta é a primeira exposição de informação quântica e tecnologia, e que o objetivo é examinar como os avanços científicos e tecnológicos estão próximos de revolucionar e definir o século XXI.

A exposição usa artefatos envolventes e interativos, além disso, criativas histórias são usadas também para quebrar a barreira desta fascinante ciência. Ouve muita divulgação da exposição e o site evidencia isto, porém estas divulgações aconteceram até 2018, enquanto ainda estava em exibição, depois disto, quando poderia ser divulgada, para que os museus interessassem em abrigar a exposição, nada mais foi divulgado.

7 DISCUSSÕES

Observamos que a exposição do CERN visa cumprir com a ideia primária da criação dos museus e centros de divulgação científica, que era tirar o fazer e o pensar científico de dentro dos laboratórios e das grandes universidades e trazer para a população em geral. A comunicação pensada em diferentes idiomas demonstra preocupação em, de fato, atender e fazer-se compreender pelo público diversificado que pode visitar o museu presente nas instalações do CERN. O horário amplo de atendimento visa cumprir a demanda de visitas, portanto esta não pode ser o motivo das reclamações com relação a dificuldade de agendamento. A divulgação é ampla e de fácil acesso, com fotos, mapas, vídeos e ainda avaliações de pessoas que já visitaram a exposição.

É possível perceber também que ambas as exposições receberam ou ainda recebem patrocínio e isso foi essencial para que se constituíssem tal qual são hoje em dia. Além disto, a exposição Quantum – The Exhibition participou, em 2017, de um programa governamental em comemoração ao aniversário de 150 anos do Canadá, por esta razão foi exposta nos principais museus de ciências do país.

A exposição itinerante tem um diferencial, que é a possibilidade de levar a ciência mais próximo do visitante, este fato agregado ao programa governamental, fez com que a exposição Quantum, desempenhasse um papel muito importante e único para a divulgação científica no Canadá.

As três exposições reforçam a ideia do potencial educativo dos museus de ciências, evidenciando a ideia de serem espaços adequados para a aproximação do público com a ciência (Gaspar, 1993; Marandino, 2008; 2016)

Analisando as diferentes realidades, podemos observar que as ações realizadas pelas disciplinas do curso de licenciatura em Física da UFU e pelo museu DICA, não são insuficientes se comparados com estas grandes exposições. Evidentemente, com relação a estrutura, tecnologia e divulgação, mas com relação ao conteúdo, todas as exposições realizadas aqui, cumpriram o papel de divulgação científica tão bem quanto as demais exposições analisadas neste trabalho. Nesse sentido, acreditamos que, do ponto de vista da equipe de curadores do Museu DICA, a proposta de exposições na área é possível e pode ser executada com qualidade. No entanto, percebemos uma dificuldade relacionada à relação entre o público e os monitores do Museu DICA.

Em relação ao público, não obtivemos informações quanto ao público que visitou as outras exposições, mas pela experiência que tivemos em Uberlândia, principalmente na exposição “O Estranho Mundo da Física Quântica” ficou muito claro a necessidade de se falar sobre o assunto e que a equipe de monitores deve estar preparada para falar tanto dos conceitos básicos da física presentes na exposição quanto para lidar com um público que tem uma relação mística com a Mecânica Quântica e que se interessa pela literatura que usa seus conceitos para justificar suas práticas, como o bispo Rodovalho (2013), Chopra (1989), Felipe Favalli. Isso porque, durante as exposições, apareceram pessoas que realmente acreditavam que a quântica é diretamente ligada ao misticismo e confrontaram os monitores buscando convencê-los de suas crenças.

Por experiência própria, por ter atuado como monitor do Museu DICA e participado como mediador nessa exposição, entendo que a abordagem utilizada na exposição “A matemática do Átomo”, não está apropriada e precisa de reflexões para que possa adequar-se à realidade do público. Na grande maioria das vezes os monitores do museu não apresentam a exposição, simplesmente falam “esta parte aqui é só para olhar”, por não possuírem conhecimentos suficientes acerca dos conceitos físicos da exposição. Isto elimina qualquer possibilidade de o visitante se interessar em ver a exposição. Isto acontece por vários motivos, um deles, que indica a necessidade de formação específica dos mediadores, é que os monitores do DICA são estudantes da graduação dos cursos de licenciatura em Física, Química e Biologia e normalmente não tem confiança para falar sobre a exposição. Os monitores que são alunos do curso de Biologia, não possuem nenhuma disciplina que aborde os conceitos necessários e os de química e Física só possuem disciplinas específicas na área no final do curso. No caso da Física, da qual sou aluno, o primeiro contato que temos é na disciplina PIPE 5, que era do quinto período do curso. Depois disso, a matéria de Introdução a Mecânica Quântica, na qual começamos a estudar de fato Mecânica Quântica, era ofertada para os alunos do sétimo período.

Assim, fica evidente a dificuldade dos monitores de falarem sobre o tema, evidenciando que exposições dessa natureza necessitam de um treinamento especial para a mediação, representando um desafio para a equipe do Museu DICA para a proposta de exposições dessa natureza. Além disso, é importante considerar no treinamento dos monitores as atitudes em relação ao confronto com o misticismo quântico. Entendemos que o museu de ciências pode representar um representa um papel importante para discutir com a população essas temáticas e esclarecer, como propõe Folhais (2002) as apropriações inadequadas da

Mecânica Quântica que levam à pseudociência. No entanto, acreditamos que uma abordagem muito agressiva pode afastar ainda mais esse público da ciência e fomentar essas apropriações.

A partir das exposições apresentadas, entendemos que é possível fazer a comunicação de um tema complexo como os relacionados à FMC e percebemos que a maior parte dos artefatos que fazem parte das exposições são compostas por vídeos, painéis e maquetes. Assim, acreditamos ser possível a proposta de uma exposição pelo Museu DICA para esse tema, mas quando olhamos para a dificuldade de formação dos monitores (e o fato de serem estudantes de cursos de licenciatura em física, química e biologia), entendemos que seja difícil, ao menos em um primeiro momento, a existência de uma exposição permanente no Museu DICA.

Além disso, consideramos muito bom que se continuem investindo nas mostras montadas nas disciplinas e nos eventos do museu, pois possibilita a apresentação de temas da FMC com monitores preparados para receber pessoas com diferentes ideias e responder demais dúvidas que possam surgir durante a exposição.

Não é o intuito deste trabalho, mas analisando a importante contribuição científica do CERN e sabendo que aqui no Brasil temos CNPEM – Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Matérias, que recebe pesquisadores das instituições de pesquisa do Brasil e do mundo todo, acreditamos que seja importante pensar na importância de se estabelecer um projeto similar aqui.. Se fosse possível, montar uma exposição que envolvesse a população, seria extremamente benéfico para a ciência brasileira e ainda, um excelente meio de divulgação científica.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando colaborar com o Museu DICA nas abordagens de Física Moderna e Contemporânea, este trabalho avalia três grandes exposições que cumprem bem o papel de comunicação e divulgação científica segundo Souza 2011; i – Universe of Particles; ii – Microcosm e; iii – Quantum – The Exhibition.

Identificou-se que a abordagem utilizada nas grandes exposições, tem tecnologia, infraestrutura e divulgação a disposição, mas quanto ao conteúdo exposto, as mostras realizadas pelo DICA e pelo INFIS, são de grande importância para a cidade e a comunidade de Uberlândia e da região, cumprindo bem o papel educativo enquanto Museu de Ciências, como destacado por Martha Marandino (2008).

Considerando as características locais, relacionadas à formação dos monitores do museu DICA, entendemos que seja difícil, ao menos em um primeiro momento, a existência de uma exposição permanente no Museu DICA, uma vez que a preocupação do museu em fazer com que o público possa aproximar-se da ciência com as exposições, foi e ainda é essencial para a idealização do museu como espaço de educação Marandino (2008). Acreditamos, no entanto que a propostas de mostras temporárias no museu, que conte com uma equipe treinada, pode ser uma solução no curto prazo que permitirá à equipe compreender a relação entre o público e a exposição para então pensar na consolidação de uma exposição que não seja tão dependente dos monitores presentes no museu, além, é claro de criar estratégias de formação para a equipe no que se refere a exposições dessa natureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, C. et al. Centros e Museus de Ciência do Brasil. **Rio de Janeiro: ABCMC, Casa da Ciência/UFRJ e Museu da Vida**, 2015.
- AUBRECHT, G. J. Report on the conference on the teaching of modern physics. *The Physics Teacher*, Boone, v. 24, n. 9, p. 540-546, 1986.
- CAPRA, F.; DIAS, M. J. Q.; ALMEIDA, J. C. **O tao da física: uma exploração dos paralelos entre a física moderna e o misticismo oriental**. 1983.
- CERN₁. A journey through CERN, 2019. Informações sobre a Exposição Microcosm. Disponível em: <<http://microcosm.web.cern.ch/en>>. Acesso em: 03, julho de 2019.
- CERN₂. Universe of Particles, 2019. Informações sobre a Exposição Universe of Particles. Disponível em: <<https://visit.cern/exhibitions/universe-particles>>. Acesso em: 03, julho de 2019.
- CHOPRA, Deepak. A cura quântica. **Editora Best Seller, São Paulo**, 1989.
- DA SILVA, André Coelho; DE ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro. Física quântica no ensino médio: o que dizem as pesquisas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p. 624-652, 2011.
- DE SOUZA, Daniel Maurício Viana. Ciência para todos? A divulgação científica em museus. **Ciência da Informação**, v. 40, n. 2, 2011.
- FAVALLI, Felipe. Coach Quântico, 2019. Disponível em <<http://coachquantico.com>>. Acesso em: 03, julho de 2019.
- FIOLHAIS, Carlos. A mente tem poderes especiais? **Gazeta de Física**, v. 25, n. fasc. 3, p. 44-45, 2002.
- GASPAR, A. **Museus e centros de ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico**. 1993. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- GOSWAMI, Amit. **Médico Quântico, O**. Editora Cultrix, 2006.
- GRECA, Ileana Maria; MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos ao ensino da mecânica quântica introdutória. **Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre. Vol. 6, n. 1 (jan./abr. 2001), p. 29-56**, 2001.
- LAVILLE, C.; DIONNE, J. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. In: **A construção do Saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. 1999.
- LÜDKE, H. A. L. M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MARANDINO, Martha. Educação em museus: a mediação em foco. 2008.
- MARANDINO, Martha; MORTENSEN, Marianne. Museographic transposition: Accomplishments and applications. In: **III International Conference on the Anthropological Theory of the Didactic**. 2010. p. 323-332.
- OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em ensino de ciências**, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2016.
- RODOVALHO, R. **Ciência e Fé – o reencontro pela Física Quântica. 1º ed. Leya**, 2013
- SABBATINI, R. Analfabetismo científico. **Jornal Correio Popular, Campinas**, v. 28, n. 5, p. 99.
- SILVA, R. C et al. Um higrômetro de vagem e a física no ensino fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 2, p. 242-252, ago. 2002.
- TERRAZZAN, Eduardo A. Perspectivas para a inserção da física moderna na escola média. **São Paulo: curso de pós-graduação em educação–USP**, 1994.
- VIEIRA, Valéria; BIANCONI, M. Lucia; DIAS, Monique. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 21-23, 2005.