



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA
DA VIDA E SAÚDE

Jessié Martins Gutierrez

**POPULARIZAÇÃO DA NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: A PRODUÇÃO DE
UM DOCUMENTÁRIO E AS REPRESENTAÇÕES DO CÉREBRO NO
IMAGINÁRIO ESCOLAR E UNIVERSITÁRIO**

TESE DE DOUTORADO

Porto Alegre 2019

JESSIÉ MARTINS GUTIERRES

**POPULARIZAÇÃO DA NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: A PRODUÇÃO DE UM
DOCUMENTÁRIO E AS REPRESENTAÇÕES DO CÉREBRO NO IMAGINÁRIO
ESCOLAR E UNIVERSITÁRIO**

Trabalho apresentando ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, como requisito para o Título de Doutor em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Maria Rosa Chitolina Schetinger

Co-orientador: Prof Dr João Batista Teixeira da Rocha

Porto Alegre
Março de 2019

CIP – Catalogação na Publicação

Gutierrez, Jessié Martins

POPULARIZAÇÃO DA NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: A PRODUÇÃO DE UM DOCUMENTÁRIO E AS REPRESENTAÇÕES DO CÉREBRO NO IMAGINÁRIO ESCOLAR E UNIVERSITÁRIO/ Jessié Martins Gutierrez. – 2019

f.

Orientadora: Maria Rosa Chitolina Schetinger.

Coorientador: João Batista Teixeira da Rocha.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação e Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, Brasil.

1. Popularização da Neurociência. 2. Divulgação Científica. 3. Educação em Museus. 4. Cérebro.

I. Schetinger, Maria Rosa Chitolina. II. da Rocha, João Batista Teixeira. III. Título

JESSIÉ MARTINS GUTIERRES

POPULARIZAÇÃO DA NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: A PRODUÇÃO DE UM
DOCUMENTÁRIO E AS REPRESENTAÇÕES DO CÉREBRO NO IMAGINÁRIO
ESCOLAR E UNIVERSITÁRIO

Trabalho apresentando ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, como requisito para o Título de Doutor em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde.

Aprovado em: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Maria Rosa Chitolina Schetinger
Universidade Federal de Santa Maria (Orientadora)

Prof. Dr. Robson Coutinho
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof^a. Dr^a. Carlise Scalamato Duarte
Universidade Federal de Santa Maria

Prof^a. Dr^a. Cintia Boll
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – PPGQVS (Relatora)



Sempre lembre-se de todos os médicos, agora mortos, que costumavam franzir o cenho ante o sofrimento de seus pacientes; de todos os astrólogos que predisseram a desgraça de seus clientes; de todos os filósofos que tanto discorreram sobre a morte e a imortalidade; dos grandes comandantes que tombaram milhares; dos déspotas que bradiram poderes de vida e morte com terrível arrogância, como se eles mesmos fossem deuses imortais; de todas as cidades que pereceram completamente, Hélice, Pompéia, Herculano e um sem número de outras mais. Depois disso, lembre-se, um por um de seus parentes; como um enterrou o outro, somente para ele mesmo cair e ser enterrado por um terceiro, tudo em tão pouco tempo. Veja como é transitiva e trivial toda a vida mortal; ontem uma gota de sêmen, amanhã um punhado de cinzas. Então gaste seus curtos momentos na terra como a Natureza deseja e depois vá de boa vontade a seu descanso, como uma azeitona que cai em sua estação, abençoando a terra que a ergueu e grata pela árvore que a deu vida”.

Marco Aurélio

Filósofo Estóico e Imperador Romano



“Natureza Sináptica”. Xilogravura feita em agosto de 2018, Ateliê Livre, Porto Alegre.



“Serpente Elétrica”. Xilogravura feita em setembro de 2018, Ateliê Livre, Porto Alegre.

i. Agradecimentos

“Não há no mundo exagero mais belo que a gratidão”. Começo por agradecer aqueles que amo eternamente, que sempre estão comigo em todos os momentos, minha querida Mãe Sonia Maria Martins Gutierrez, que me deu à Luz dos dias, a coragem para ser quem eu sou, e a alegria por não duvidar de que a vida tudo faz florescer, à minha pequena Hypatia de olhos amendoados, do carinho gratuito e companheirismo febril. Agradeço a força espiritual dos antepassados que guiam meus caminhos em oração, minha vó Camila Nunes Martins e meu querido pai Geny Cunha Gutierrez.

Razão também existe para agradecer e me conectar com as energias superiores, alguns chamam de Deus, Lei de Causa e Efeito, Energia Mental, eu apenas aceito a idéia de que as coisas são o que são pela natureza material e espiritual do Cosmos, e para mim não existe outra reflexão que esta: “não é um olhar distraído lembrado no último minuto da mortalidade, nem atemorizado pela ideia do que pode se esconder no escuro da passagem, mas sim um olhar consciente, angustiado porque avista o que se deixa para trás”, o mundo consome os homens, os deuses e as ideias, devo aqui agradecer pela sabedoria divina que existe na impermanência das coisas e dos seres.

Poderia aqui agradecer também aos pequenos momentos a luz dos meus grandes companheiros de cabeceira: Marco Aurélio, o filósofo imperador e Carl Sagan, o cientista norteamericano, me ensinaram muito. Ao mesmo tempo, ainda nessas delicadezas que cultivei no dia-a-dia, a minha *playlist* de tese preferida com o esplendoroso flamenco cruado do Gypsy King, a suavidade do Caetano Veloso e do Vitor Ramiel, o sagaz Zeca Baleiro, não esquecendo também pelas harmoniosas Mercedes Sosa, Betânia e Gal. Manhãs, tardes e noites a fio com papiros, pensamentos e chá de alecrim com hortelã.

Não poderia aqui deixar de agradecer ao Bar, o Boulevard da Duque, me alimentou com cevada e deliciosos lanches noturnos. Também aos passeios na redenção e alguns momentos de tristeza e alegria ouvindo *Haben und Halten* andando de bike pela orla do Guaíba, a ti Porto Alegre te agradeço, foste a cidade que cativou novas amizades, relevos, paixões, encontros e desencontros, ou seja, trouxe-me coisas maravilhosas para a vida!

Também gostaria de agradecer os professores e artistas Wilson Cavalcante (Cava) e Eleonora Fabre do ateliê livre onde cursei aulas de xilogravura e cerâmica, bem como aos colegas de aula Dany, Paulo, Soledad, Reny, Lia entre outros. Neste

lugar, aprendi a valorizar e de fato amar a arte na sua essência do fazer, dos afetos e do quanto essa linguagem é necessária para o desenvolvimento da inteligência humana.

Agradeço imensamente a Pique (querida Ediane), colega inseparável, poetisa noturna, cientista da educação em ciências e cientometrista, cientista da alegria e do companheirismo, da dedicação ao amor universal pela amizade. Digo sempre que cultivamos a paixão dos amantes, sem necessariamente irmos para a cama, por ti tenho carinho eterno, foi e é fundamental neste processo! Agradeço também a ajuda da querida Lucimara (iniciação científica da Pique) que com suas preciosas mãos teceu as palavras de inúmeros discursos dos alunos para o excel, também agradeço a querida Luciana Calabro pelas discussões e apoio neste trabalho.

Na trilha sonora de *Lancinante e O Homem da Vaca e o Poder da Fortuna*, do Quinteto Armorial, presto aqui meus agradecimentos ao Cixto, sei bem que ele apreciaria um poema do Manoel de Barros, mas eu tenho lá meus modos de agradecer! Nordestina amizade que cultivei, és um amigo dos espaços e tempos, da luz como onda e como partícula, do passado, do presente e do futuro, obrigado por contribuir nas iluminuras do meu livro de vida!

Agradeço também a professora Marilda da Cruz Fernandes e os meus companheiros de anos e colegas de trabalho da UFCSPA, o Fabiano Carvalho e a Adriana Zago, vim para Porto Alegre pelas oportunidades ofertadas, mas também pelo amor que tenho por vocês, que ultrapassa as eras e os ciclos de vida mortal, não há na terra gratidão maior pelos momentos que desfrutei na companhia de vocês, pois amigo que está junto fica feliz junto, triste junto, e nos levanta nos momentos mais difíceis. Obrigado pelas manhãs de mate, as tardes com café e as cucas deliciosas, e das noites de alegria e vinho tinto, acompanhado pelas musicas da Maria Betânia e do Kid Abelha.

Ao professor João Batista Teixeira da Rocha, meu co-orientador, agradeço a oportunidade de me desafiar a fazer um doutorado na Educação em Ciências pela UFRGS. O seu pequeno empurrãozinho foi capaz de me mover em direção a uma transformação de vida, para a constatação de que sempre podemos aprender mais e melhor.

Para a Rosinha que tem sido minha orientadora desde 2006, te agradeço pela a amizade, orientação e principalmente pela liberdade e humildade em me deixar livre para voar, pensar, e para ser quem eu sou na completude. Hoje, penso que o orientador valoroso é aquele que guia nossos passos soltando às rédeas do destino. O orientador bom, é aquele que sobretudo nos vê como um igual, que nos respeita enquanto cientistas, enquanto pessoas. Obrigado pelo carinho!

Gostaria de agradecer aos membros da banca, professoras(es) Cintia Boll, Carlise Scalamoto Duarte, Robson Coutinho e Maria Cristina Biazus pelas importantes

contribuições neste trabalho. São pesquisadores extraordinários e é um orgulho tê-los como avaliadores deste processo.

Não poderia deixar de agradecer ao Sr Luis Inácio Lula da Silva e a Sra Dilma Ivana Roussef por terem colocado em pauta nos seus mandatos o incentivo a educação e a ciência no Brasil, serei eternamente grato!

Agradeço também o financiamento do projeto NeuroArTE pelo CNPq, através do edital 85/2013, sem esses recursos seria difícil realizar este trabalho.

Finalmente, deixo aqui o poema intitulado "Cântico Negro", de um autor que agradeço por ter existido, o José Régio:

Vem por aqui" — dizem-me alguns com os olhos doces
Estendendo-me os braços, e seguros
De que seria bom que eu os ouvisse
Quando me dizem: "vem por aqui!"
Eu olho-os com olhos lassos,
(Há, nos olhos meus, ironias e cansaços)
E cruzo os braços,
E nunca vou por ali...

A minha glória é esta:
Criar desumanidades!
Não acompanhar ninguém.
— Que eu vivo com o mesmo sem-vontade
Com que rasguei o ventre à minha mãe

Não, não vou por aí! Só vou por onde
Me levam meus próprios passos...
Se ao que busco saber nenhum de vós responde
Por que me repetis: "vem por aqui!"?
Prefiro escorregar nos becos lamacentos,
Redemoinhar aos ventos,
Como farrapos, arrastar os pés sangrentos,
A ir por aí...

Se vim ao mundo, foi
Só para desflorar florestas virgens,
E desenhar meus próprios pés na areia inexplorada!
O mais que faço não vale nada.

Como, pois, sereis vós
Que me dareis impulsos, ferramentas e coragem
Para eu derrubar os meus obstáculos?...
Corre, nas vossas veias, sangue velho dos avós,
E vós amais o que é fácil!
Eu amo o Longe e a Miragem,
Amo os abismos, as torrentes, os desertos...

Ide! Tendes estradas,
Tendes jardins, tendes canteiros,
Tendes pátria, tendes tetos,
E tendes regras, e tratados, e filósofos, e sábios...
Eu tenho a minha Loucura!
Levanto-a, como um facho, a arder na noite escura,
E sinto espuma, e sangue, e cânticos nos lábios...

Deus e o Diabo é que guiam, mais ninguém!
Todos tiveram pai, todos tiveram mãe;
Mas eu, que nunca principio nem acabo,
Nasci do amor que há entre Deus e o Diabo.

Ah, que ninguém me dê piedosas intenções,
Ninguém me peça definições!
Ninguém me diga: "vem por aqui!"
A minha vida é um vendaval que se soltou,
É uma onda que se alevantou,
É um átomo a mais que se animou...
Não sei por onde vou,
Não sei para onde vou
Sei que não vou por aí!

Dedico este trabalho.

*Para você que está longe de mim, aí no futuro!
Que encontrou aqui algo interessante, se não, de seu próprio interesse, fez um
download deste arquivo com a percepção de que valia a pena!
Dedico aqui palavras a você, incansável pesquisador, estudioso da educação;
pois, se de nenhuma tese digital teve o conselho amigo e grato do autor, ora, te
agradeço por estar aqui! Aconselho você, que distancia-se de mim cronologicamente, a
seguinte lei imortal que aprendi: somos fruta do mesmo pomar, somos incorrigíveis por
Natureza, e ainda somos capazes de pensarmos em ciência, em educação e na vida
humana com todas às suas contradições! Por isso, sejam bem-vindos pessoas do futuro,
sejam bem-vindos criaturas desassombradas da vida!*

Lista de Tabelas

Tabela 1 Divisão das afirmativas em questões objetivas e subjetivas e caracterização das afirmativas..... 116

Tabela 2 Questionário com a frequência de respostas Sim, Não, Não Sei (NS) e Não Respondidas (NR) para as questões afirmativas objetivas (n=83) e subjetivas (n=12) aplicadas em alunos do primeiro ano do ensino médio da escola Politécnica da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)..... 117

Lista de Figuras

Figura 1 Estrutura e componentes da célula neuronal	44
Figura 2 Tipos de Células Gliais do Sistema Nervoso Central e Periférico	45
Figura 3 Partes componentes do Sistema Nervoso Central.....	46
Figura 4 Fissuras principais e lobos do cérebro vistos lateralmente	47
Figura 5 Sistema Límbico.....	48

RESUMO

Esta tese irá discutir e apresentar as possibilidades da utilização de ferramentas que comunicam ciência e o espaço museal com o objetivo de trabalhar e discutir a neurociência. Na primeira etapa, apresentamos os resultados do artigo 1, que realizamos uma análise dos tipos de sistemas conceituais que estão ligados a ontologias e/ou metáforas para os escritos apresentados a partir da pergunta “O que é o cérebro para você?” pelo público participante do Museu Itinerante de Neurociências, Arte e Tecnologia (NeuroArTE), em três centros de ensino superior da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E a partir desses dados, utilizando uma análise de conteúdo, verificamos diferentes produções semânticas, bem como, a frequência do tipo de constituição de subjetividade(s) a partir das formações imaginárias que se estabelecem nos diálogos sobre a representação do cérebro, que discutimos ser importante nas construções de significado para a neurociência e para a alfabetização científica. A grande maioria dos escritos contém pistas discursivas com ambiguidades e informações que estão implícitas, partindo desde aspectos funcionais-biológicos, a interpretação do cérebro como uma máquina e até concepções religiosas e alegóricas da representação individual do cérebro. Na segunda etapa, apresentamos os dados de uma intervenção pré e pós teste com alunos do 1º ano e 3º ano do ensino médio da Escola Politécnica da UFSM, utilizando uma produção audiovisual de autoria nossa intitulada “O Cérebro de Thauan”. Tentou-se investigar onde esses alunos buscam informação, como também verificar o impacto do uso do documentário como uma ferramenta narrativa para comunicar e informar sobre neurociência. Além disso, a partir dos nossos dados foi possível instruir os participantes da pesquisa a entenderem como de fato é o cérebro, bem como, de que forma ocorre a comunicação deste com o resto do corpo humano. Acreditamos que este trabalho poderá contribuir no estado da arte da Educação e Ciências, principalmente na popularização a neurociência, e na compreensão das representações do cérebro humano no imaginário coletivo.

PALAVRAS-CHAVE: Cérebro, Popularização da Neurociência, Documentário, Construção de Significados.

ABSTRACT

This thesis will discuss and present the possibilities of using tools that communicate science and the museum space in order to work and discuss neuroscience. In the first step, we present the results of article 1, which we perform an analysis of the types of conceptual systems that are linked to ontologies and / or metaphors for the writings presented from the question "What is the brain for you?" by the participating public of Neuro-Science, Art and Technology Itinerant Museum (NeuroArTE), in three higher education centers of the Federal University of Santa Maria (UFSM). And from these data, using a content analysis, we verify different semantic productions, as well as the frequency of the type of constitution of subjectivity (s) from the imaginary formations that are established in the dialogues about the representation of the brain, that we discussed being important in constructions of meaning for neuroscience and for scientific literacy. The vast majority of writings contain discursive clues with ambiguities and information that are implicit, ranging from functional-biological aspects, the interpretation of the brain as a machine, and even religious and allegorical conceptions of individual brain representation. In the second stage, we present the data of a pre and post test intervention with students of the 1st and 3rd year of high school of the Polytechnic School of UFSM, using an audiovisual production of our own entitled "The Brain of Thauan". Attempts were made to investigate where these students seek information, as well as to verify the impact of the use of the documentary as a narrative tool to communicate and inform about neuroscience. In addition, from our data it was possible to instruct the research participants to understand how the brain actually is, as well as how the communication occurs with the rest of the human body. We believe that this work may contribute to the state of the art of education and science, especially in popularizing neuroscience, and in understanding the representations of the human brain in the collective imaginary.

KEYWORDS: Brain, Popularization of Neuroscience, Documentary, Meaning Construction.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	20
1 PROBLEMA DE PESQUISA	24
2 OBJETIVOS	24
2.1 Objetivo Geral	24
2.2 Objetivos Específicos	24
3 REFERENCIAL TEÓRICO	25
3.1 O Nascimento dos Museus de Ciências.....	25
3.3 A Educação formal, não-formal e informal	33
3.4 Educação e Neurociências.....	39
3.4.1 A Aprendizagem e o Cérebro Humano.....	43
3.5. A Narrativa em Documentários Científicos e a Educação em Ciências	49
4. PRODUTO	54
5. MANUSCRITO 1	56
6. MANUSCRITO 2	75
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
REFERÊNCIAS.....	100
Apêndice 1 - Resultados em Andamento	114
Apêndice 2 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	159
Apêndice 3 - Questionário 1	161
Apêndice 4 - Questionário 2.....	165
Apêndice 5 - Questionário 3.....	166
Apêndice 6 - Roteiro Documentário – O Cérebro de Thauan.....	167
Apêndice 7 - NeuroArTE – Registro Fotográfico	173
Anexo 1- Survey de Alfabetização Científica Original	194

APRESENTAÇÃO

Esta tese é fruto de um trabalho que começa há pelo menos 10 anos atrás. Iniciei minha carreira científica no ano de 2009, quando entrei no mestrado em Bioquímica e Biologia Molecular pela Universidade Federal de Santa Maria, após esse período, continuei minhas pesquisas no doutorado pelo mesmo programa, no qual concluí com a defesa de tese no ano de 2013. Desde então, produzi artigos científicos na área de neurociências, principalmente relacionados aos processos de neurodegeneração associados com as doenças de Alzheimer e Esclerose Múltipla. Este trabalho também traça um pouco do meu percurso de vida seguido para encontrar respostas a questões pessoais. E foi devido a minha vó, uma pessoa que iluminou a terra na sua plena existência, e as suas mazelas como um tumor no cérebro, que me levou até as neurociências na juventude. Passando por uma graduação em educação física, na qual sempre busquei na perspectiva da saúde e educação, aspectos que envolvessem uma melhoria na qualidade de vida de idosos institucionalizados, ou também nos aspectos cognitivos envolvidos na tomada de decisões nos esportes de combate. As neurociências sempre foram um guia, mas a educação e ciências e os debates que envolvem a popularização da neurociência se apresentam mais tarde.

O entendimento do que de fato é, este órgão maravilhoso chamado de cérebro, e o que provém de sua ação no mundo, ainda me deixa profundamente entusiasmado, cativo a novas ideias, e esta tese reflete um pouco dessa diversidade de áreas de atuação. Assim, através dos caminhos por mim trilhados, não só para uma formação acadêmica em si mesma, mas para a minha vida enquanto sujeito histórico, concordo que o destino de uma carreira universitária não pode estar longe de um objetivo primordial e comum - a formação de indivíduos conscientes e sabedores do seu papel no mundo.

A educação em ciências surge em minha vida a partir do desenvolvimento de um projeto de divulgação científica e de popularização da neurociência no formato de museu itinerante em 2013. E todos os dados presentes nessa tese são oriundos desse projeto de nível regional, ao qual foi selecionado na chamada MCTI/CNPq/SECIS nº 85/2013, com um financiamento na época de 450 mil reais. As atividades e as exposições ocorreram nos anos de 2014, 2015, 2016,

2017 e 2018 nas cidades de Santa Maria, Pelotas e Rio Grande, no estado do Rio Grande do Sul.

Quando desenvolvemos esse projeto, estava atuando como posdoc no PPG em Bioquímica e Biologia Molecular da UFSM, e foi então que fiz seleção para o doutorado no PPG Educação e Ciências: Química da Vida e Saúde, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em 2014. Com o projeto NeuroArTE desenvolvemos uma série de reuniões para o planejamento de atividades anuais, a criação de módulos expositivos, tudo acompanhado por um misto profissional de artistas visuais, biólogos, professores de educação física, fotógrafos, biblioteconomistas e neurocientistas. Esse convívio interdisciplinar foi uma grande escola, foi a partir daí que criamos módulos expositivos de ensino-aprendizagem em neurociências, e a hipótese de que as atividades do NeuroArTE poderiam ser expandidas e alcançadas pelas escolas públicas e o público frequentador das exposições, contribuindo desta forma para a popularização da neurociência. Naquele momento, sentimos a necessidade de aprofundar as discussões que envolvem a área de educação científica, ao mesmo tempo, despertar para a relação da educação em museus de ciência, tida como não-formal, no contexto das relações arte-ciência-tecnologia. Por isso concordo com Agostinho & Casaleiro (2015) quando expressam

Com a sobreposição dos opostos procuram-se as semelhanças, os caracteres comuns, e resulta a admiração, a maravilha, a surpresa e o espanto. Passamos ao conceito de fusão da ciência e da arte tendo como ponto de partida uma partilha que implica colaboração e envolve, frequentemente, a necessidade de facilitação e mediação. Materializada pela parceria entre cientistas e artistas, num projeto para a produção de uma obra de arte que, de uma forma ou de outra, comunica ciência.

Além disso, um dos objetivos deste trabalho foi a criação de um roteiro para um documentário sobre a neurociência da capoeira, que foi filmado e transformado no documentário intitulado “O Cérebro de Thauan”. Nesta tese, consideramos que este documentário pode ser utilizado como uma ferramenta narrativa para a popularização da neurociência, tanto para as atividades em museus de ciência quanto no ambiente escolar.

O campo de estudos dessa tese envolve a aprendizagem em ambientes e/ou espaços não-formais (museu itinerante) e formais (Escola Politécnica). Entende-se que a educação, enquanto forma de ensino-aprendizagem, é construída ao longo da vida dos cidadãos e, segundo alguns autores (GOHM,

1999, COLLEY, HODKINSON & MALCOLM, 2002), pode ser dividida em três formas distintas: educação escolar formal desenvolvida nas escolas e universidades; educação informal, transmitida pelos pais, no convívio com amigos, em clubes, teatros, leituras e outros, ou seja, aquela que decorre de processos naturais e espontâneos; e educação não-formal, que ocorre quando existe a intenção de determinados sujeitos em criar ou buscar determinados objetivos fora da instituição escolar ou acadêmica. Segundo Gohm (1999) a educação não-formal pode ser definida como a que proporciona a aprendizagem de conteúdos da escolarização formal em espaços como museus, centros de ciências, ou qualquer outro em que as atividades sejam desenvolvidas de forma bem direcionada, com um objetivo definido.

Os espaços ou ambientes não-formais de aprendizagem, como os museus e centros de ciências, tem a capacidade de estimular a curiosidade dos sujeitos. A formação de circuitos expositivos¹, com temáticas variadas e atividades pedagógicas fundamentadas na ciência, ou mesmo nas simples decisões de escolher o tipo de material utilizado para construir módulos de aprendizagem², ou os tipos e a organização expográfica, o conjunto de cores utilizados, letras, tamanhos, texturas, ou mesmo, vídeos, documentários e objetos museológicos interativos, poderiam ser capazes no processo de produção dessas tecnologias educacionais, contribuir para a construção e efetivação do conhecimento em neurociências na escola? Esses espaços altamente atrativos podem oferecer a oportunidade de suprir, ao menos em parte, algumas das carências de uma escola tradicional, e que quase sempre é tratada como vítima de um sistema educacional pouco participativo, onde a escola é obrigada a lidar com a falta de laboratórios, recursos audiovisuais, infraestrutura sanitária, locais de lazer e de prática esportiva, entre outros.

Neste contexto, essa tese faz parte de uma pesquisa realizada durante o período de abril de 2014 a abril de 2018, apresentada no Programa de Pós-Graduação em Educação e Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade

¹ Relativo ao lugar ou formato expositivo em museus, relacionado às experiências museográficas e expográficas contemporâneas.

² Definido como uma parte de um sistema que utiliza uma arquitetura de tecnologias educacionais, é responsável por atividades de aprendizagem que satisfazem um assunto bem definido, que pode estar relacionado com atividades educacionais a partir da criação de objetos pedagógicos e/ou museológicos, que compõe um sistema de aprendizagem experimental.

Federal do Rio Grande do Sul, na linha de pesquisa *Educação Científica: Processos de Ensino e Aprendizagem na Escola, na Universidade e no Laboratório de Pesquisa*, tendo como orientadora a professora Maria Rosa Chitolina Schetinger e o professor João Batista Teixeira da Rocha como co-orientador.

A tese está estruturada da seguinte forma: nas primeiras seções apresentamos o problema da pesquisa, os objetivos e a revisão de literatura dos principais temas que norteiam este estudo. Nas seções posteriores encontram-se os resultados em formato de produto já publicado e de manuscritos científicos, bem como as suas discussões e conclusões pertinentes.

A publicação, que está classificado como produto desta tese, encontra-se no link <https://www.youtube.com/watch?v=cNjo1yyg6ME> publicado na plataforma mundial de compartilhamento de vídeos – Youtube. O manuscrito 1 encontra-se submetido para a *Revista Brasileira de Pesquisas em Educação e Ciências (RBPEC)*. O manuscrito 2 encontra-se em construção com dados parciais apresentados na sessão 6 desta tese (pág 71). Esta tese e as metodologias utilizadas poderão ser acessadas nos manuscritos incluídos neste arquivo. E nas considerações finais, além de refletirmos sobre os resultados alcançados, apontamos perspectivas futuras que poderão servir para estudos posteriores.

1 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema central dessa pesquisa relaciona-se à compreensão das potencialidades dos espaços museais e seus produtos educacionais na popularização da neurociência. Colocam-se como questões de pesquisa, nessa perspectiva: i) como os museus itinerantes podem colaborar para o desenvolvimento do ensino de ciências na escola? ii) Como o que foi criado e apresentado durante a execução do projeto NeuroArTE foi capaz de contribuir para uma transformação na construção de significado e representações do cérebro? iii) Quais são as potencialidades na construção do conhecimento sobre neurociências a partir do documentário “O Cérebro de Thauan” desenvolvido para alunos do ensino médio?

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar como o Museu Itinerante de Neurociências, Arte e Tecnologia (NeuroArTE) pode colaborar, facilitar e influenciar na construção do conhecimento sobre neurociências e as representações do cérebro no imaginário coletivo.

2.2 Objetivos Específicos

- ❖ Analisar os tipos de sistemas conceituais que estão ligados a ontologias e metáforas do cérebro em discursos encontrados durante as exposições do Museu Itinerante de Neurociências, Arte e Tecnologia (NeuroArTE);
- ❖ Produzir a partir das reflexões sobre neurociências, um documentário ou produto audiovisual, abordando os principais conceitos em neurociências;
- ❖ Verificar se por meio do uso da produção audiovisual os alunos podem ser estimulados a observar e a descrever conceitos da neurociência.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O Nascimento dos Museus de Ciências

Em seu encontro com a natureza, a ciência invariavelmente provoca um sentimento de reverência e admiração. O próprio ato de compreender é uma celebração da união, da incorporação, ainda que numa escala muito modesta, à magnificência do cosmos. E ao longo do tempo o desenvolvimento cumulativo do conhecimento em todo o mundo converte a ciência em algo que é quase uma metainteligência, capaz de ultrapassar as fronteiras das nações e das gerações.

Carl Sagan

Para Bucchi & Braian Trench (2008) é comum, e historicamente bem fundamentado, atribuir a origem do termo *mouseion* ao nome do templo grego construído no Monte Hélicon em Atenas, dedicado às musas, e abrigando um tesouro preservado. Na antiguidade, duas forças motrizes, a piedade e a cobiça, estimularam a coleta de obras de arte. O costume de preservar os tesouros era confiado ao templo, enquanto o saque e os espólios da guerra também serviam para enriquecê-lo (POMIAN, 1978). As catedrais, igrejas e santuários da Idade Média continuaram essa tradição. O moderno museu que surgiu no final do Renascimento uniu esses dois princípios de acumulação e fez a arte objetar um tesouro sagrado, transpondo-a de um meio de culto para um objeto de culto (DELOCHE 1985).

Na obra de François Mairesse (2018) "*La muséologie et le sacré Matériaux pour une discussion*" por sua etimologia, o termo "sagrado", que deriva do latim "*sacer*" e provém da raiz "*sak*", contém a ideia de separação. O santuário é o espaço do sagrado, reservado para a divindade, onde o sacerdote realiza cerimônias sagradas. A obra fundadora de Rudolf Otto é uma das primeiras a analisar a própria experiência do sagrado, composta principalmente de medo e pavor ao confrontar o poder divino (OTTO, 1969).

A própria noção de sagrado parece surpreendentemente próxima dos temas centrais da museologia. O sagrado, como patrimônio imaterial, se manifesta através de "práticas, representações, expressões, conhecimentos e habilidades, bem como dos instrumentos, objetos, artefatos e espaços culturais a eles associados" (UNESCO, 2003). Numerosos museus dedicam-se às

manifestações do sagrado, seja por suas coleções, ou de espaços sagrados como sepulturas e templos, ou porque estão diretamente relacionados ao culto (pinturas e trabalhos religiosos, objetos de adoração). O mesmo mundo museal tem sido apresentado regularmente a partir de sua relação com o sagrado, seja através de sua forma arquitetônica (templo, como o *British Museum* em Londres, ou igreja, como o *Rijksmuseum* em Amsterdã), ou por seus espaços interiores e atividades. Duncan e Wallach, em um artigo famoso (1978), referem-se à visita do Museu de Arte Moderna de Nova York (MOMA) como "o último rito do capitalismo tardio"; a visita à *Monalisa ou Gioconda* de Leonardo Da Vinci poderia ser comparada a uma peregrinação (CHRISTOPHE & GARNIER, 2014). Já na década de 1920, Gilman apresentou o museu de arte como "em sua essência, um templo" (GILMAN, 1923). Em paralelo, podemos também observar uma certa lógica museal nos lugares sagrados, sejam eles quais forem. Desde a antiguidade, o templo³ tem coleções diretamente relacionadas à prática do culto (objetos usados durante cerimônias, pinturas, esculturas, etc.), ou que testemunham a realidade do sagrado apresentando-se como relíquias (fragmentos de um santo, objetos que lhe pertenciam, lugares ligados à história da presença de uma divindade na terra, etc.). O hábito de visitar esses lugares é uma prática antiga que se desenvolveu rapidamente através do caminho da peregrinação, como por exemplo, o caminho até Mecca, ou Jerusalém, ou Roma na antiguidade (TURCAN, 2014). Numerosos santuários existentes, ainda frequentados por peregrinos, estão incluídos na lista de Patrimônio Mundial da UNESCO e desenvolveram uma atividade museológica específica, quer sob a forma de museus (como o do Vaticano) ou centros de interpretação⁴ (no caso do monolito de areia Uluru na Austrália).

No entanto, um museu de ciências seleciona o que deve ser incluído em sua coleção de acordo com uma lógica diferente. Se revisitarmos o Renascimento italiano, o termo "*galleria*" referia-se a um longo salão de recepção, onde as obras de arte serviam apenas como função decorativa. Mas o "*gabinetto*" era um lugar reservado para os eruditos. O "*gabinetto*" era uma sala

³ O termo será usado aqui para evocar templos como igrejas, mesquitas ou qualquer outro local de culto sagrado

⁴ Centro de interpretação ou centro interpretativo é uma instituição focada na disseminação do conhecimento do patrimônio cultural ou natural. Os centros de interpretação surgiram como um novo tipo de museu, muitas vezes associados a centros de acolhimento de visitantes ou a ecomuseus, localizado em conexão a sítios de âmbito cultural, histórico ou natural (PUCCIO, 2018)

quadrada, com paredes repletas de prateleiras que exibiam um acervo de peças naturais e artificiais através de seus valores artísticos, ou mecânicos, espécimes vegetais e minerais, pinturas, objetos arqueológicos, armas, relógios etc. e esta seria a norma para um museu (MAURIE`S, 2002).

Um fato importante é que da Renascença até o início do século XX ocorreu o surgimento do pensamento científico através da emancipação da “razão”, esses eventos foram o suficiente para contribuir na criação do moderno museu de ciências naturais, que foi capaz de se reinventar e evoluir de acordo com a ciência de sua época. E foi na virada do século XVII, que coleções antes reservadas exclusivamente ao príncipe, a corte e aos eruditos foram abertas para visitação da população como um museu público. No século XVIII, aqueles que tinham a intenção de entender as leis naturais que governavam o universo e alinhar a humanidade com esse conhecimento, se esforçaram para reunir e preservar espécimes naturais, criações feitas pelo homem, consideradas artísticas e científicas, foi que surgiu a ideia de mostrá-los ao público para sua própria edificação (LAISSUS, 1986).

Segundo Poulot (1997), nas origens do museu, as funções de conservação e educação ficaram ligadas, com a premissa de mostrar o que é digno de ser conservado para educar as futuras gerações. O primeiro museu universitário foi fundado na cidade de Basileia, na Suíça em 1671, o Museu *Ashmolean* em Oxford, Inglaterra, em 1683, depois o *British Museum* em 1753, após a compra pelo Parlamento Britânico de uma coleção de ciências naturais de Sir Hans Sloane e quarenta anos mais tarde o Museu do *Louvre*, França, em 1793, logo após a Revolução Francesa (POULOT 1997).

A tradição do museu, particularmente a museologia da ciência, repousa sobre uma base intelectual que envolve o surgimento da razão (LAIDI 1999). O pensamento científico estava se desenvolvendo a ponto de articular uma vontade de entender o universo com fé em uma razão, que segundo as palavras de Cassirer (1997: p.41) “*one and identical for any thinking subject, nation, era or culture*”, traduzido como “una e idêntica para qualquer sujeito pensante, nação, época ou cultura”. E para Searle (1995) os princípios que definem o método científico contribuíram para essa visão, sendo eles: a realidade existe independentemente das representações que fazemos do mundo; a realidade é independente da linguagem usada para descrevê-la; a verdade é uma

representação precisa; e o conhecimento é objetivo. E, os objetivos dos museus de ciência, desde o século XVIII tem sido o de garantir, fornecer e propagar o conhecimento. O espírito enciclopédico no final do século XVIII reforçou e consolidou essa tradição. E apesar das inevitáveis transformações das instalações museológicas, as formas adotadas ou as funções que cumpriu, durante os séculos 19 e 20 seguem como uma referência.

Na década de 30, muito se discutiu sobre os Museus de Ciência valorizarem a exposição de objetos estáticos e a pouca participação dos visitantes. Foi então que uma terceira geração de Museus se estabelece, com uma mudança na participação dos visitantes nas exposições científicas, tendo agora com o principal objetivo de explorar fenômenos e conceitos científicos (MACMANUS, 1992). Pois segundo Cazelli, Marandino e Studart (2003, p.89) nesta geração de Museus, a comunicação entre os visitantes e a Ciência acontece por uma maior interatividade com os objetos museológicos, e a mediação humana nas exposições foi a principal característica (CAZELLI, MARANDINO e STUDART, 2003, p.89). E como exemplos da terceira geração de Museus da Ciência foram o *Palais de La Découverte* (Paris/França, 1937) e o *New York Hall of Science* (Nova York/EUA, 1964). Com o fim da Segunda Grande Guerra e em decorrência do lançamento do satélite Sputnik pelos russos, diversas mudanças foram incorporadas no ensino de Ciências, e surge ainda na corrente dos Museus de terceira geração, os chamados *Science Centers*. Em 1969 foi a inauguração do Museu *Exploratorium*, localizado em São Francisco (EUA) e concebido pelo físico e professor de Ciências Frank Oppenheimer, que propôs uma comunicação científica diferenciada e representou o início de uma nova tendência de Museus de Ciência. Para Gruzman e Siqueira (2007) a criação do Museu *Exploratorium* baseou-se em estudos sobre a percepção sensorial humana e na ideia de que esse espaço funcionasse como um “laboratório”.

A abordagem educacional dessa nova geração de Museus de Ciência foi caracterizada pela ausência de objetos históricos, assumindo uma função claramente educativa, utilizando técnicas de participação dos visitantes em cada exposição (CHAGAS, 1993). Eram instituições que buscavam explorar fundamentos das Ciências da Natureza, Engenharia, Tecnologia e Saúde de uma forma simultaneamente rigorosa e agradável, a partir de envolvimento

afetivos, cognitivos e sociais (DANILOV, 1982). Os pressupostos teóricos que os norteavam estavam em consonância com linhas pedagógicas a partir do movimento que resultou em uma profunda mudança na educação, e o último grupo de geração de Museus diferenciou-se por sua busca e “engajamento intelectual dos usuários por meio de uma interação física dinâmica, não restrita a simples toques” (CAZELLI et al., 2002, p. 213). E foi neste momento que surgem tipos de abordagens educacionais dentro dos museus de ciência como a aprendizagem por descoberta, *inquiry*, atividades *hands-on* (CAZELLI et al., 2002, p.06). Nas décadas de 1960 e 1970, com a crescente popularidade dos estudos de Piaget (1896-1980), a nova proposta de diálogo e interação com o visitante foi baseada principalmente nas teorias desse pesquisador. Para Studart (2005), desde a década de 60, “os aparatos interativos nos Museus têm sido influenciados pela concepção de aprendizagem piagetiana” (STUDART, 2005, p. 66). Gaspar (1993) expressa que a teoria de Piaget tem como premissa a aprendizagem como fruto da interação ativa entre o aprendiz e os objetos, para tanto, tal premissa influenciou decisivamente a tendência *hands-on experiments* dos *Science Centers* nos EUA, sendo a base teórica de todas as iniciativas desses novos espaços de educação não formal.

E a partir da década de 1980, a criação do Museu *Exploratorium* com este modelo de interatividade propiciou a criação de Museus e Centros de Ciência no Brasil, e muitos museus já consolidados começaram a modificar as suas estratégias, com o objetivo comum de promover a alfabetização científica. Segundo Avellaneda (2014), os pressupostos das ações desses Museus foram atividades que lhes permitissem construir a confiança e habilidades para entender o mundo que nos rodeia. Esse tipo de Museu nasceu influenciado no Brasil por pelo menos três situações: a primeira, o movimento de renovação da ciência no marco da guerra fria e as pesquisas oriundas do campo educacional, que preconizavam uma forte ênfase no “aprender fazendo” (BEETLESTONE et al., 1998); a segunda, a concepção de uma comunicação centrada nos públicos, que procurava superar a tradição dos Museus de coleções e, finalmente, as críticas ambientalistas ao desenvolvimento técnico-científico por conta das catástrofes ambientais e a utilização em larga escala de produtos químicos e de armas (SCHIELE, 2008).

No caso da América Latina, de acordo com Avellaneda (2014), o reconhecimento que atingiu a Popularização da Ciência e Tecnologia, nos últimos 30 anos como estratégia de apoio para a aprendizagem da ciência e da tecnologia teve relação com a crise da educação formal e o posicionamento das outras educações (informal e não-formal) anunciadas por Coombs (1971), as quais se adicionaram à crise econômica latino-americana na década de 1980 e a consequente transformação educativa vivenciada pela região (MARTINEZ-BOOM, 2004).

Para autores como Valente (2005), a relação entre público-museu vem ganhando amplo espaço em fóruns de discussão e publicações das áreas das ciências sociais, ao mesmo tempo da existência de interesses diversificados por inúmeros aspectos, desde tipos de museus até os diferentes públicos, como gênero, idade, formação e procedência, etc. Além disso, essa autora aponta que os temas utilizados pelos museus relacionam-se com várias problemáticas científicas ou sociais, envolvendo uma gama diversificada também de ramos da ciência. Sem dúvida, os museus de ciência encontram-se em um setor particular, vinculados às questões relacionadas a divulgação científica e suas implicações com o entendimento do público para ciência (VALENTE, 2005). Para Valente (1995):

os museus de ciência acompanham a sociedade por mais de três séculos e, ultimamente, vêm sofrendo mudanças marcantes e profundas na sua concepção de acessibilidade pública: anteriormente meros armazéns de objetos, são considerados hoje lugares de aprendizagem ativa. Isso porque os museus atuais devem olhar igualmente para as suas coleções e para o seu público. Influenciam outras categorias de museus e organizam-se, ao longo do tempo, de forma quase constante, mantendo presente sua ligação com as questões de cunho educacional.

No entanto, Jacobucci (2006) destaca que no Brasil, diante das necessidades e demandas da sociedade moderna deste novo milênio, os Museus e Centros de Ciência ainda vêm sofrendo mudanças. E essas mudanças têm afetado os modelos de Museus que se estabeleceram a partir do movimento da terceira geração de Museus, de modo que a comunicação com o visitante e a educação científica do cidadão têm merecido grandes destaques nesse processo. Segundo Wagensberg (2000), o Museu de Ciência é um espaço dedicado a criar estímulos a favor do conhecimento, dos métodos científicos e

da promoção da opinião científica no cidadão. Para este autor, um Museu em que o visitante consiga sair de uma exposição com mais perguntas do que respostas é um bom Museu (Wagensberg, 2005, p. 311), e esta ideia é a base para o processo educativo em um espaço museal, uma vez que os indivíduos precisam sentir-se estimulados a formular novos questionamentos, bem como estarem dispostos a buscarem outras fontes de informação e conhecimento. Vasconcellos (2013) relata que os Museus de Ciência precisam ter o entendimento que promovam o diálogo com a educação formal, para uma melhor divulgação científica, uma vez que a partir de um trabalho coletivo é possível ampliar o debate e seu impacto na sociedade.

Além disso, para Oliveira (2014) nos últimos anos, o Brasil vem passando por uma rápida expansão do campo museal, principalmente devido a um aumento do número de novos museus e, em grau menor, pela requalificação de instituições que já são consolidadas. Para este autor a sociedade contemporânea tem criado um verdadeiro facínio por objetos com tecnologias digitais, como os chamados *gadgets* digitais, e estes assumiram um forte apelo por inovação e exclusividade, aliado a um *design* avançado, inteligente e incomum, mas que ainda é para poucos. Nas palavras do autor,

A aura, que antes circundava uma peça rara, o exemplar único ou original, agora circunda a última inovação, que se apresenta sob a forma de um objeto produzido em larga escala. Esse deslocamento implica na instauração de novas circunstâncias e disposições sociais para se lidar com o objeto ou a experiência museal, e indica a importância de discutir as várias formas de produção da interatividade em exposições (OLIVEIRA, 2014, p. 3).

Assim, Wagensberg (2006) deliniou um esquema que serviu para auxiliar na análise das distintas formas de interatividade e seus modos de envolver os visitantes nas exposições. Esse esquema contempla três modalidades de interação.

A primeira delas é a chamada “interatividade manual”, que nas palavras do autor “*el visitante es uno elemento activo de la exposición, usa sus manos para provocar a la naturaleza y contempla con emoción de qué manera ésta responde*” (WAGENSBERG, 2006, p. 37).

Frank Oppenheimer e o museu *Exploratorium* de San Francisco, nos Estados Unidos, foram os primeiros a cunhar o termo *hands-on*, que prioriza à

aprendizagem participativa nos centros e museus de ciência. O termo *hands-on*, com o hífen, significa para os museus de ciência, que o visitante tem uma interação mecânica com um objeto e assim é demonstrado um fenômeno. As atividades *hands-on* para os especialistas, deveria estar ligado sempre ao conceito *minds-on* (OLIVEIRA, 2014).

Para Wagensberg (2006) esse termo “*hands on*” tornou-se quase obrigatório nos circuitos de atividades dos Museus de Ciência. No entanto, salienta que através do uso de recursos excessivos a experimentos, e a repetição de gestos mecânicos, os resultados podem ser negativos. Em outros termos, trata-se de uma forma de abordagem expográfica que tende a envolver os visitantes em uma interação mecânica e restrita com o objeto, fenômeno ou ideia expostos.

A segunda modalidade de interatividade é a chamada “interatividade mental” ou “*minds on*”. Para Wagensberg (2006) nos Museus de Ciências, os elementos de interação devem estimular a atividade mental dos envolvidos. Nas palavras de Oliveira (2014) essas atividades intrigam os visitantes:

a empreender um “exercício” mental, elaborando questões, solucionando problemas, criando analogias e percebendo contradições. Coloca-se, então, a expectativa de que, ao se estabelecer uma atividade capaz de correlacionar mente e realidade através da reflexão, se faça possível a produção de significados e o desejo de se colocar novas questões. Esse tipo de interatividade nem sempre se produz pelo intermédio de recursos digitais, podendo a experiência ser “desencadeada” em momentos de interação entre visitantes ou por um processo de mediação ou visita guiada (OLIVEIRA, 2014, p.4)

E a terceira modalidade que Wagensberg (2006) estabelece é a “interatividade cultural”, que é capaz de criar conexões e identidade entre a exposição ou os objetos museais, bem como a identidade cultural do visitante e a sociedade que pertence, e para esta modalidade de interação o autor cria o termo “*heart on*”, dando ênfase principalmente para o aspecto emocional da experiência desencadeada. E para Wagensberg

para que el ánimo o el humor del visitante reciba algún tipo de descarga emocional se necesita abordar su aspecto más genuinamente cultural. El objeto o el suceso expositivo pueden mostrar matices estéticos, éticos, morales, históricos o simplemente de su vida de cada día, que conecten algún aspecto sensible del visitante. Aquí el visitante

conversa con la identificación colectiva a que pertenece la sociedad donde se inserta el museo (WAGENSBERG, 2006. p. 38).

3.3 A Educação formal, não-formal e informal

Só há duas opções nesta vida: se resignar ou se indignar. E eu não vou me resignar nunca.

Darci Ribeiro

O termo 'educação não-formal' ainda é objeto de definição e ainda é debatido à pelo menos vinte ou trinta anos. O 'grande debate' sobre educação não-formal, começou em 1968, quando Philip Coombs incluiu um capítulo intitulado "A educação não-formal, para apanhar, manter-se e chegar à frente" em seu livro seminal "*The World Educational Crisis: a systems approach*", traduzido como: "A Crise Mundial da Educação: Uma abordagem sistêmica", e este trabalho orientou a maioria das discussões educacionais na década de 1970 e início de 1980 nos Estados Unidos. Esta publicação iniciou uma explosão maciça de interesse na educação não-formal, principalmente em relação ao papel da educação não-formal na aprendizagem (COMBS, 1985).

Segundo o pesquisador norte americano Alan Rogers (2004) ao revisar o histórico da educação não-formal no seu livro "*Non-Formal Education: Flexible Schooling or Participatory Education?*", a descrição de educação não-formal em títulos de programas educacionais atraiu financiamento substancial, dando origem a departamentos acadêmicos sobre o tema, e publicações científicas. A maior parte do debate teve lugar na América do Norte e na Europa. Além disso, centros de pesquisa em educação não-formal foram estabelecidos, houve a criação de divisões e direção de programas, e a maioria dos relatórios de avaliação de ensino continha seções dedicadas a programas de educação não-formal nos EUA. Por quase vinte anos, a distinção entre educação 'formal' e educação 'não-formal' foi a luz orientadora do planejamento educacional, financiamento e avaliação nos países desenvolvidos. É possível que nenhum outro programa educacional ou ideologia (nem mesmo a 'educação popular') tenha recebido tal discussão intensa e apoio generalizado (ROGERS, 2004).

Para Gadotti (2005) questionando as definições utilizadas para a educação não-formal, ele definiu a educação não-formal como “por aquilo que ela é, pela sua especificidade e não por sua oposição à educação formal”. Além disso, o mesmo autor demonstra que o conceito de educação sustentado pela Convenção dos Direitos da Infância ultrapassa os limites do ensino escolar formal e engloba as experiências de vida, e os processos de aprendizagem não-formais que se desenvolvem proporcionando uma autonomia da criança. A educação formal tem objetivos claros e específicos e é representada principalmente pelas escolas e universidades. Ela depende de uma diretriz educacional centralizada como o currículo, com estruturas hierárquicas e burocráticas, determinadas em nível nacional, com órgãos fiscalizadores dos ministérios da educação. A educação não-formal é mais difusa, menos hierárquica e menos burocrática. Outra questão importante é que os programas de educação não-formal não precisam necessariamente seguir um sistema seqüencial e hierárquico de “progressão”. Podem ter duração variável, e podem, ou não, conceder certificados de aprendizagem

O mesmo autor faz considerações importantes sobre a educação não-formal, quando diz:

Toda educação é, de certa forma, educação formal, no sentido de ser intencional, mas o cenário pode ser diferente: o espaço da escola é marcado pela formalidade, pela regularidade, pela sequencialidade. O espaço da cidade (apenas para definir um cenário da educação não-formal) é marcado pela descontinuidade, pela eventualidade, pela informalidade (GADOTTI, 2005).

Gadotti (2005) ressalta que a educação não-formal é também uma atividade educacional organizada e sistemática, mas levada a efeito fora do sistema formal de educação, e tipifica esses espaços de educação não-formal,

São múltiplos os espaços da educação não-formal. Além das próprias escolas (onde pode ser oferecida educação não-formal) temos as Organizações Não-Governamentais (também definidas em oposição ao governamental), as igrejas, os sindicatos, os partidos, a mídia, as associações de bairros, etc. Na educação não-formal, a categoria espaço é tão importante como a categoria tempo. O tempo da aprendizagem na educação não-formal é flexível, respeitando as diferenças e as capacidades de cada um, de cada uma. Uma das características da educação não-formal é sua flexibilidade tanto em

relação ao tempo quanto em relação à criação e recriação dos seus múltiplos espaços (GADOTTI, 2005).

A educação não-formal, que mais tarde seria objeto de estudo de Coombs e colaboradores (Coombs, 1973; Coombs, Prosser, & Ahmed, 1973; Coombs & Ahmed, 1975), e foi identificado, inicialmente por estes autores, como subalternizada através do produto de uma relação entre a educação não-formal e formal. Além disso, os autores demonstram que a educação não-formal apresenta um papel relevante para os processos educativos, já que se constituía como "uma contribuição rápida e substancial no progresso dos indivíduos e da nação" (Coombs, 1968, p.203). Marandino e colaboradores (2003) expressam que as definições mais usuais para distinguir os tipos de sistemas de aprendizagem, são definidos em três categorias que já foram citadas, porém com as devidas explicações: i) *educação formal* é um sistema de educação hierarquicamente estruturado e cronologicamente graduado, da escola primária à universidade, incluindo os estudos acadêmicos e as variedades de programas especializados e de instituições de treinamento técnico e profissional; ii) a *educação informal* é uma educação/processo realizado ao longo da vida, onde cada indivíduo adquire atitudes, valores, procedimentos e conhecimentos da experiência cotidiana e das influências educativas de seu meio – da família, no trabalho, no lazer e nas diversas mídias de massa; iii) a *educação não-formal* é caracterizada por qualquer atividade organizada fora do sistema formal de educação. Para Marandino e colaboradores (2003) “apesar dessas definições serem suficientes em alguns casos – diferenciar aquilo que ocorre dentro da escola do que ocorre fora dela – tornam-se problemáticas ao serem aprofundadas em termos de processo”. Ainda nesse levantamento teórico é apontado também o trabalho de Fordham (1993), onde a busca por uma diferenciação entre o formal e não-formal ocorre em termos de planejamento curricular, e esses autores afirmam que:

na educação formal o currículo é elaborado “de cima para baixo”, enquanto que na educação não-formal este seria resultado de uma negociação ou ainda elaborado “de baixo para cima”; no caso da educação informal, não haveria currículo ou seria do tipo em “forma de diálogo”.

Jacobucci (2008) na tentativa de definir o que são os espaços não-formais de aprendizagem, acredita ser importante conceituar o que seria um espaço formal de educação. Para esta autora o espaço formal é o espaço escolar, e que está relacionado às Instituições Escolares da Educação Básica e do Ensino Superior, que foram definidas pelo marco legal da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9394/96). O espaço formal é, portanto, a escola, com todas as suas dependências, que incluem as salas de aula, laboratórios, quadras de esportes, biblioteca, pátio, cantina, refeitório. Essa autora diz ainda

O espaço formal diz respeito apenas a um local onde a Educação ali realizada é formalizada, garantida por Lei e organizada de acordo com uma padronização nacional. Posto que espaço formal de Educação é um espaço escolar, é possível inferir que espaço não formal é qualquer espaço diferente da escola onde pode ocorrer uma ação educativa. Embora pareça simples, essa definição é difícil porque há infinitos lugares não-escolares. Qualquer lugar é um espaço não-formal de Educação? Há espaços não-formais e informais de Educação? O que define cada um? Da mesma forma que a discussão sobre as conceituações de Educação formal, Educação não-formal e Educação informal está em aberto, a definição para espaço não-formal também está. Muito provavelmente, na medida em que os pesquisadores forem chegando a um consenso sobre essas questões, os conceitos poderão ser definidos, divulgados e utilizados de forma correta.

Gohn (1999) relaciona os espaços não-formais de aprendizagem através de uma concepção muito mais ampla, utilizando para isso o conceito de cultura política. Na obra intitulado “*Educação não formal e o educador social em especial*”, Gohn (2010) faz uma defesa da educação não-formal enquanto processo de produção de sujeitos autônomos e emancipados, e que a formação do indivíduo enquanto cidadão, torna-se o pilar fundamental nesta concepção ou modalidade de educação. Para a autora a educação não-formal apresenta um processo com várias dimensões “como a aprendizagem política dos direitos dos indivíduos; a capacitação dos indivíduos para o trabalho, por meio da aprendizagem de habilidades e/ou desenvolvimento de potencialidades; a aprendizagem e exercício de práticas que capacitam os indivíduos a se organizarem com objetivos comunitários, voltadas para a solução de problemas coletivos cotidianos; a aprendizagem de conteúdos que possibilitem aos indivíduos fazerem uma leitura do mundo do ponto de vista de compreensão do que se passa ao seu redor; a educação desenvolvida na mídia e pela mídia, em especial a eletrônica”. Ela acredita que estes processos podem ser

caracterizados como de auto-aprendizagem e/ou aprendizagem coletiva que poderá ser construída através de experiências em ações organizadas segundo alguns eixos temáticos, como por exemplo, as questões étnico-raciais, questões envolvendo gênero, e questões geracionais e de idade (GOHN, 2009).

Além disso, essa autora apresenta diversos espaços onde se desenvolvem as atividades de educação não-formal, por exemplo, as associações de bairro, os sindicatos, as organizações não-governamentais, os espaços culturais e as próprias escolas, em espaços que existam uma interação entre escola e comunidade. No entanto, considera que a educação não-formal não está relacionada com experiências vivenciadas na família, no convívio com amigos, clubes, teatros, leitura de jornais, livros etc, considerando estas como educação informal, por possuir uma característica de espontaneidade e permanência, e coloca a educação não-formal como uma aprendizagem que ocorre através de práticas sociais. E afirma que,

a educação não-formal não deve ser vista, em hipótese alguma como algum tipo de proposta contra ou alternativa à educação formal, escolar. Ela não deve ser definida pelo o que não é, mas sim pelo o que ela é – um espaço concreto de formação com a aprendizagem de saberes para a vida em coletivos. Esta formação envolve aprendizagens tanto de ordem subjetiva/relativa ao plano emocional e cognitivo das pessoas, como aprendizagem de habilidades corporais, técnicas, manuais etc., que os capacitam para o desenvolvimento de uma atividade de criação, resultando um produto como fruto do trabalho realizado.

Para Marandino e colaboradores (2003) ao citarem Trilla (1993), consideram a “pedagogia museal”, referente a museus e centros de ciências, sob três pontos de vista na educação. O primeiro aspecto é o informal, quando trata os museus e centros e ciências como “meios de comunicação que propiciam efeitos educativos”. O segundo aspecto é a educação não-formal, que está relacionada as atividades educativas específicas desenvolvidas por equipes. E o terceiro aspecto é relativo à educação formal, que está configurado nas atividades realizadas em função do currículo escolar.

Em relação a literatura internacional, autores como Cazzelli (2000), Falk (2001) e Falk & Dierking (2002) definem “aprendizagem informal” por meio de características como livre escolha, não-sequencial, auto-conduzida, voluntária, e social. Na educação informal pode acrescentar-se ainda outras características

como, não-estruturada, não-avaliada, sem cobrança, aberta, centrada no aprendiz, não baseada em currículo. No entanto, para Crane, Nicholson & Chen (1994, p.3) que desenvolveram uma abordagem mesclada, na qual a “aprendizagem informal”, em circunstâncias específicas, pode acontecer dentro da escola. É importante salientar também que não se deve assumir que a educação e a aprendizagem informal são menos importantes que a educação formal, uma vez que se caracterizam por não apresentar uma normatização ou organização. Os autores Falk, Koran & Dierking (1986) e McManus (1992) discutem a necessidade de não se ter expectativas em avaliar a “aprendizagem informal”, com o grau de precisão e confiabilidade com que se avalia a aprendizagem formal.

Além disso, para Cazelli (2000) a caracterização da “educação/aprendizagem informal” ocorre tendo como parâmetro de comparação a educação formal, estabelecendo uma dicotomia. Neste contexto, Hofstein & Rosenfeld (1996) apontam que a educação formal e a informal devem ser vistas como um *continuum* em vez de uma dicotomia.

Asensio (2001), propõe um modelo para os processos que envolvem os programas de aprendizagem informal, e ele faz uma separação deste processo em três níveis distintos de aprendizagem: o nível procedimental, o nível conceitual e o nível atitudinal, que acredita haver, pelo menos, sete processos dentro de um sistema que poderiam estar inter-relacionados e retroalimentados. E de acordo com Marandino e colaboradores (2003) ao discutir a aprendizagem informal citada por Asensio (2001) considera que

por um lado, toda uma metodologia planejada do processo de ensino/aprendizagem e, por outro, um olhar voltado para contextos educativos que englobam museus, patrimônio histórico, parques naturais, zoológicos, empresas, programas de formação de centros comunitários de bairros, igrejas, televisão, cinema e Internet. Sem dicotomizar aprendizagem formal/informal, o autor trabalha com categorias fluidas que estruturariam os dois tipos de aprendizagem e que podem ser inter-relacionáveis.

Cazelli (2000) acredita que a educação informal, é considerada todo aquele “processo permanente pelo qual qualquer pessoa adquire e acumula conhecimentos, habilidades, atitudes e perspicácia, através de experiência diária e contato com o meio ambiente” o que ocorreria em casa, no trabalho e no lazer,

por meio de viagens, leitura de jornais e livros, ou ouvindo rádio, vendo televisão, por exemplo.

3.4 Educação e Neurociências

Não basta ensinar ao homem uma especialidade. Porque se tornará assim uma máquina utilizável, mas não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser compreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto. Ao não ser assim, ele se assemelhará, com seus conhecimentos profissionais, mais a um cão ensinado do que a uma criatura harmoniosamente desenvolvida. Deve aprender a compreender as motivações dos homens, suas quimeras e suas angústias para determinar com exatidão seu lugar em relação a seus próximos e à comunidade.

Albert Einstein

Mas existem várias coisas na psique humana que não são aquisições individuais, pois a mente humana não nasce tabula rasa, nem sequer cada ser humano é dotado de um cérebro novo e único. Ele nasce dotado de um cérebro que é o resultado do desenvolvimento de incontáveis elos ancestrais. Esse cérebro é produzido em cada embrião com toda a perfeição diferenciada, e quando começa a funcionar, produzirá fielmente os mesmos resultados que foram produzidos inúmeras vezes ao longo da linha ancestral. Toda a anatomia humana constitui um sistema herdado idêntico em sua constituição aos ancestrais e que funcionará da mesma maneira. Todos os fatores que foram essenciais aos nossos antepassados, recentes ou remotos, continuam essenciais para nós e estão embebidos no nosso sistema orgânico hereditário.

Carl Gustav Jung

Segundo Barrios-Tao (2016) a educação e as neurociências se movem entre detratores e defensores, com um movimento intermediário que clama por diálogo e colaboração na busca de benefícios mútuos. Uma variedade de resultados de pesquisas neurocientíficas, convertem-se em uma possibilidade para a contribuição nos processos educativos e como solução para problemas relacionados com a aprendizagem (BARRIOS-TAO, 2016).

O termo “Neurociência” foi utilizado pela primeira vez na década de 1960, e que caracterizou um projeto interdisciplinar que teve como objetivo principal o estudo do cérebro, do sistema nervoso e de fenômenos relacionados, que incluíam a aprendizagem e a memória (ROSE E ABI-RACHED, 2013). Rose (2007), ao caracterizar a neurociência como uma área interdisciplinar, tem preferência pelo uso do termo “Neurociências”, no plural, uma vez que, embora os neurocientistas estejam vinculados ao mesmo objeto de estudo, as pesquisas desenvolvidas por eles atingem níveis diversos e, em um panorama com diferentes perspectivas, poderia também significar que disciplinas distintas podem compreender o cérebro de formas distintas.

Para os autores como Ortega e Zorzanelli (2010), “as neurociências constituem um mosaico”, a formação da neurociência como área de estudo, tem sua origem em diferentes áreas do saber, como por exemplo, a genética, a biologia molecular, a farmacologia, a bioquímica, a anatomia, a engenharia e a física médica, as ciências da informação entre outras (ROSE, 2006; PICKERSGILL, 2013).

Em 17 de julho de 1990, o presidente dos EUA, George H.W. Bush declarou os anos 90 como a “Década do Cérebro”. Nos anos seguintes, houve grandes avanços na neurociência como uma disciplina - principalmente no estabelecimento da fMRI⁵ como um instrumento metodológico padrão - e uma explosão no volume de publicações de pesquisas do campo da neurociência. À medida que o campo progrediu, os assuntos abordados por ele se tornaram cada vez mais complexos, acelerando progressivamente um sem-número de

⁵ Imagem por Ressonância Magnética Funcional (fMRI, do inglês *Functional Magnetic Resonance Imaging*), é uma técnica específica do uso da imagem por Ressonância Magnética (MRI, do inglês *Magnetic Resonance Imaging*) capaz de detectar variações no fluxo sanguíneo em resposta à atividade neural.

pesquisas com potenciais implicações sociais e políticas (ILLES et al., 2003). Os assuntos tradicionalmente atribuídos às ciências humanas e sociais - como religião, amor, arte, crime e política – nos últimos anos são frequentemente vistos em revistas científicas da área de neurociências (FRAZZETTO E ANKER, 2009; LITTLEFIELD E JOHNSON, 2012). Para Ehrenberg (2009) “tradicionalmente as neurociências antes de 1980 tinham mais interesses por estudos que envolviam o movimento, os sentidos, a aprendizagem e doenças neurológicas”. No entanto, ocorreu uma mudança bastante interessante no foco da área da neurociência, quando começou a ampliar e englobar temas que tem origem nas pesquisas das Ciências Humanas, como a ética, a moral, as emoções e os comportamentos sociais. E para Ehrenberg (2009), a neurociência passou a ter sob sua epistemologia a pretensão de unir em um só campo do conhecimento o estudo do que se refere como cerebral, mental e social, com o intuito de revelar a “essência” do que constituiria o humano. A expansão de programas de pesquisas neurocientíficas em tópicos sociais, elevou o *status* da neurociência na sociedade, impulsionando-a para a esfera pública. A neurociência foi sendo apropriada por diversos campos do saber que a consideram relevante para seus próprios interesses, incluindo a lei (WALSH, 2011), *marketing* (CHANCELLOR e CHATTERJEE, 2011), políticas públicas (SEYMOUR e VLAEV, 2012), educação (ANSARI E COLS., 2012), parentalidade (O'CONNOR e JOFFE, 2012), economia (SCHÜLL E ZALOOM, 2011) e cultura (VIDAL e ORTEGA, 2017).

Em geral, segundo Frazzetto e Anker (2009) estamos testemunhando o surgimento de uma neurocultura, na qual o conhecimento neurocientífico participa da nossa rotina de vida, práticas sociais e discursos intelectuais. Por exemplo, a disseminação de teorias neurocientíficas, a disponibilidade de medicamentos psicotrópicos e as mais recentes neurotecnologias, estão influenciando estratégias de saúde e políticas legais, bem como maneiras pelas quais os indivíduos pensam sobre si mesmos, seus corpos ou seus transtornos mentais (FRAZZETTO E ANKER, 2009). A autora traz como exemplo, a relação entre comportamento agressivo e criminoso a disparos disfuncionais no córtex pré-frontal, ou a imagens cerebrais que são usadas como evidências em tribunais, e tornou-se comum considerar depressão e tristeza como um desequilíbrio de serotonina, ou mesmo referir-se à liberação de endorfinas quando queremos relacionar uma sensação de prazer, através do consumo de

chocolate ou até mesmo da prática de sexo. Como parte dessa transformação, ideias, imagens e conceitos de neurociência são cada vez mais assimilados ao imaginário cultural (DAWSON 2004, ANKER & FRAZZETTO 2006, VIDAL 2009).

Posner & Rothbart (2006) indicam que ocorreu um maior desenvolvimento do discurso da neurociência educacional na virada do século XXI. Particularmente, na educação, onde alguns autores fazem um debate ampliando a ligação entre educação, neurociência e alfabetização científica, e também na aplicação de pesquisas neurocientíficas na escola (POSNER & ROTHBART, 2006). Para a literatura internacional, a partir das descobertas científicas no campo da neurociência, é que inúmeros autores têm defendido “pontes sustentáveis” entre educação e neurociência (BLAKEMORE e FRITH, 2004), ou como uma “colaboração recíproca” (ANSARI e COCH, 2006) e “necessidade de ser cauteloso” com essa aproximação (FISCHER et al., 2007).

Para autores como Izquierdo (2002), Lent (2001), Assmann (2001) e Ratey (2001), a neurociência cognitiva tem como escopo, em especial, as capacidades mentais mais complexas, como a linguagem e a memória, sendo que essa última tem sido indicada como um dos principais alicerces da aprendizagem humana. Segundo Ratey (2001), ao aprendermos tudo o que podemos acerca do cérebro, ao conhecer como ele faz o que faz, passamos a nos tornar mais responsáveis pela maximização de nossas forças e pela minimização de nossas fraquezas, preparando-nos para participar do processo de construção do saber e do mundo.

3.4.1 A Aprendizagem e o Cérebro Humano

O cérebro está inserido na complexidade do sistema nervoso e extensamente conectado com estruturas da periferia corporal (LENT, 2008). O homem percebe o mundo por meio dos estímulos perceptuais, que o levam a uma compreensão/interpretação imediata realizada através dos sentidos e da sua memória. Para Ivan Izquierdo (2002)

Memória é a aquisição, a formação, a conservação e a evocação de informação. A aquisição é também chamada de aprendizagem: só se 'grava' aquilo que foi aprendido. A evocação é também chamada de recordação, lembrança, recuperação. Só lembramos aquilo que gravamos, aquilo que foi aprendido (Izquierdo, 2002, p. 9).

Corroborando com essa ideia, para Lent (2001, p.557) a

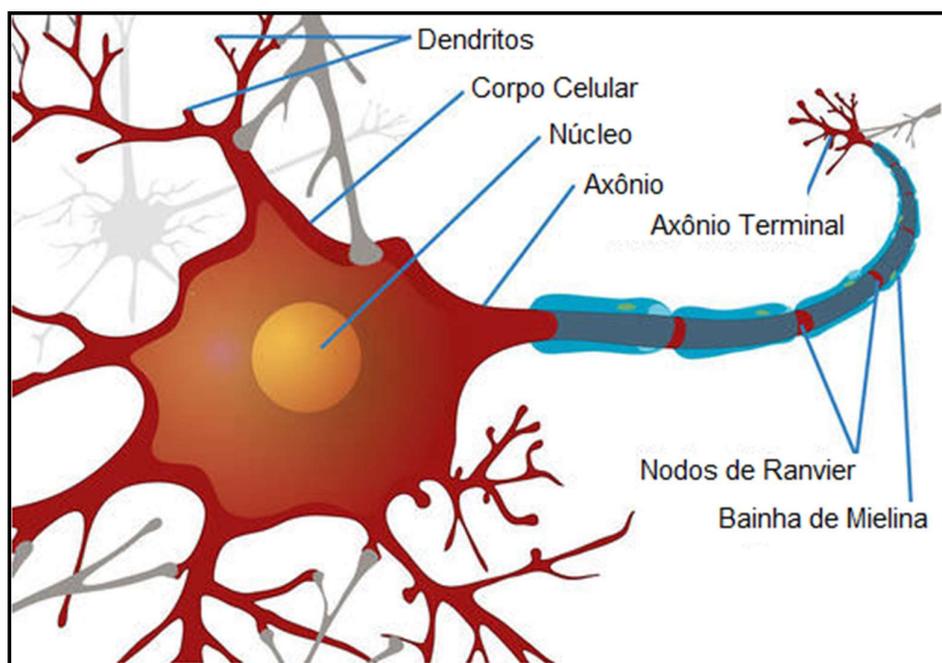
percepção é a capacidade de associar as informações sensoriais à memória e à cognição, de modo a formar conceitos sobre o mundo, sobre nós mesmos e orientar nosso comportamento.

Segundo Carvalho (2011) para a neurociência, cujo foco de atenção é a compreensão das atividades cerebrais e dos processos de cognição, a aprendizagem humana não decorre de um simples armazenamento de dados perceptuais, mas de um elaborado processamento de informações que são oriundos da percepção para o cérebro. E o indivíduo, que está perpetuamente em busca de respostas para as suas percepções, pensamentos e ações, apresenta em suas conexões neurais uma constante reorganização e estruturação de padrões conectivos, e estes padrões podem ser alterados a qualquer momento dependendo do fortalecimento ou enfraquecimento de um determinado estímulo ou informação.

Todos esses processos dependem das células interconectadas que compõem o sistema nervoso. Assim como outros órgãos do corpo humano, o cérebro é formado por células especializadas, que incluem células nervosas (ou neurônios) e células gliais (ou glia). Os neurônios são as unidades funcionais básicas do sistema nervoso e geram sinais elétricos chamados de potenciais de ação que lhes permitem transmitir rapidamente informações a longas distâncias (Figura 4). O neurônio, por exemplo, possui um corpo celular (ou soma) que, a partir destes, ramificam-se nos chamados dendritos, responsáveis por receber a

informação de outro neurônio e transmitir esse sinal (ou informação neuroquímica) até o corpo celular. Também o axônio é um componente da célula nervosa que tende a ser alongado como um prolongamento do corpo celular e tem a função de conduzir sinais neuroquímicos (basicamente impulsos elétricos) para as localidades na extremidade do axônio, sendo referidos como terminações sinápticas e que fazem a comunicação com outras células através de neurotransmissores (CONNORS; BEAR; PARADISO, 2001).

Figura 1 Estrutura e componentes da célula neuronal

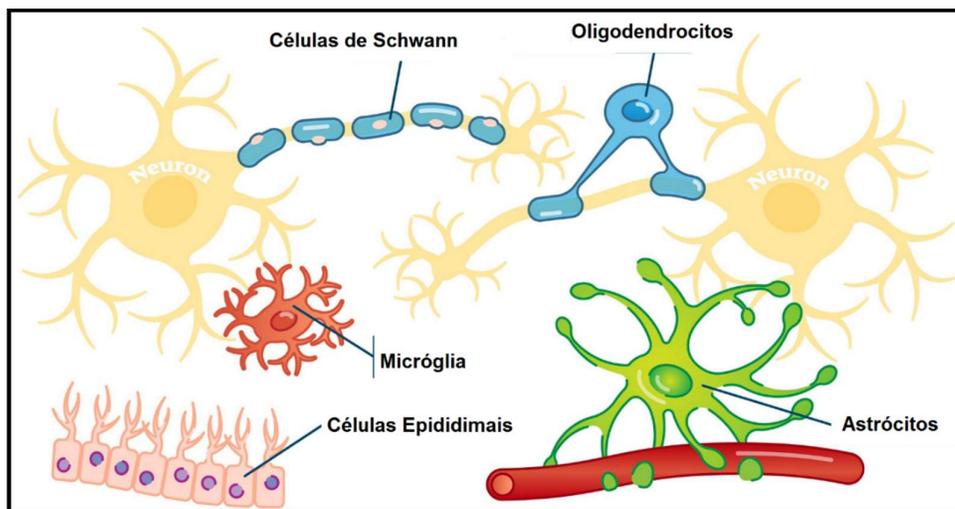


Fonte: Adaptado de HARWOOD & WILKIN (2012).

Já as células da Glia também são essenciais para o funcionamento do sistema nervoso, mas trabalham principalmente dando suporte aos neurônios. Assim como os atores coadjuvantes são essenciais para o sucesso de um filme, as células gliais são essenciais para o funcionamento do cérebro. De fato, existem muito mais células gliais no cérebro do que neurônios. Existem quatro tipos principais de células gliais no sistema nervoso dos vertebrados adultos. Três destas células: astrócitos, oligodendrócitos e micróglia, são encontradas apenas no sistema nervoso central (SNC). A quarta, as células de Schwann, são

encontradas apenas no sistema nervoso periférico (SNP) (CONNORS; BEAR; PARADISO, 2001) (Figura 2).

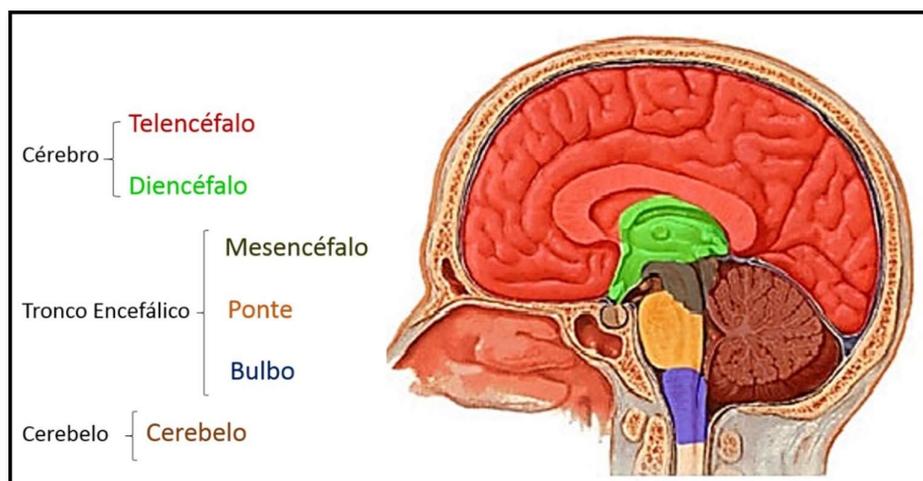
Figura 2 Tipos de Células Gliais do Sistema Nervoso Central e Periférico



Fonte: Adaptado de DELLWO (2018).

Para Carvalho (2011), a atividade mental tem a capacidade de estimular e reconstruir conjuntos neurais, e assim processa as “experiências vivenciais e/ou linguísticas, num fluxo e refluxo de informação”. Todas as informações que são captadas pelos sentidos serão transformadas em estímulos elétricos, que então percorrerão os neurônios catalogando e arquivando informações, códigos e significados na memória. O cérebro tem a capacidade de agregar dados novos a informações já armazenadas na memória, ele consegue estabelecer relações entre algo novo e o que já conhecemos, podendo então reconstruir aquilo que já foi aprendido, essa é considerada uma das mais notáveis características do cérebro, o que se convencionou chamar de plasticidade sináptica (Izquierdo, 2002; Lent, 2001; Ratey, 2001).

Figura 3 Partes componentes do Sistema Nervoso Central



Fonte: Adaptado de GONDIM e TAUNAY, 2009, p. 63.

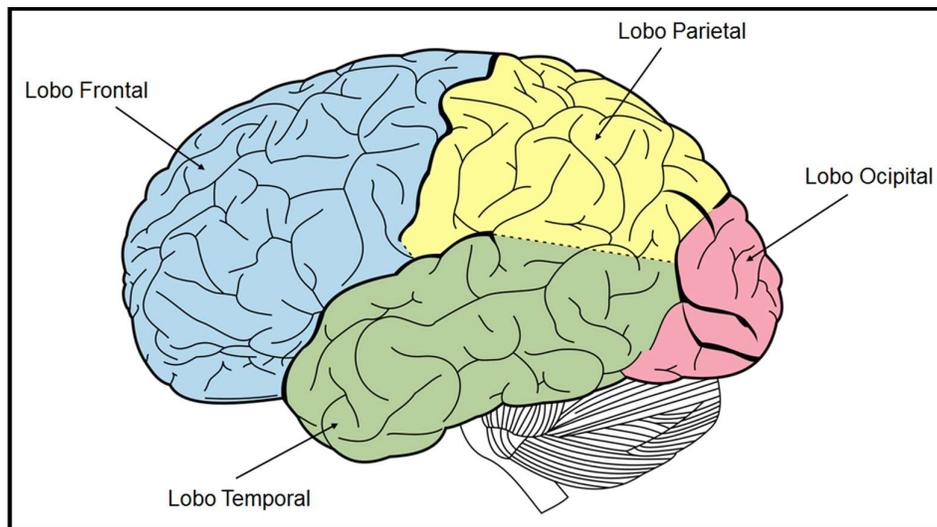
O cérebro adulto é separado em quatro regiões principais: o cérebro, o diencefalo, o tronco cerebral e o cerebelo (Figura 3). O cérebro é a maior porção e contém o córtex cerebral e os núcleos subcorticais. É dividido em duas metades pela fissura longitudinal. O córtex é separado nos lobos frontal, parietal, temporal e occipital (Figura 4). O lobo frontal é responsável pelas funções motoras, desde o planejamento de movimentos até a execução de comandos para serem enviados para a medula espinhal e periferia.

A porção mais anterior do lobo frontal é o córtex pré-frontal, associado a aspectos da personalidade por meio de sua influência nas respostas motoras e na tomada de decisões. Os outros lobos são responsáveis pelas funções sensoriais. O lobo parietal é onde a somatossensibilização⁶ é processada.

O lobo occipital é onde o processamento visual começa, embora as outras partes do cérebro possam contribuir para a função visual. O lobo temporal contém a área cortical para processamento auditivo, mas também tem regiões cruciais para a formação da memória (BETTS et al., 2015).

⁶ As áreas sensoriais somáticas ou zonas sensíveis são domínios onde são registradas sensações de calor, frio, tato, pressão, dor e propriocepção (sensação de posição e equilíbrio muscular) no cérebro humano.

Figura 4 Fissuras principais e lobos do cérebro vistos lateralmente



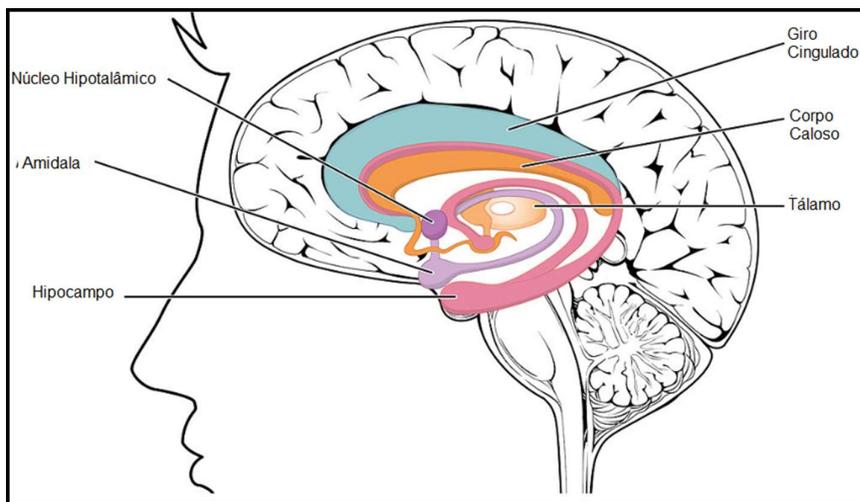
Fonte: Adaptado de GRAY, H. (1918), figura 728.

O tronco cerebral é composto pelo mesencéfalo, ponte e medula (Figura 3). Controla a região da cabeça e do pescoço através dos nervos cranianos. Existem centros de controle no tronco cerebral que regulam os sistemas cardiovascular e respiratório. O cerebelo está ligado ao tronco cerebral, principalmente na ponte, onde recebe *inputs* nervosos descendentes do cérebro para a medula espinhal, capaz de corrigir comandos motores aumentando a performance na coordenação (BETTS et al., 2015).

O cérebro apresenta uma flexibilidade inerente para reagir às respostas do ambiente, que pode ser explicada pela sinaptogênese, que é a capacidade do cérebro de formar novas conexões, sinapses, entre as células nervosas. Ao mesmo tempo, o conhecimento é codificado através das ligações entre os neurônios, e o processo de aprender está diretamente ligado a plasticidade cerebral. Pois na aprendizagem ocorre uma modificação química, anatômica e fisiologicamente do cérebro, devido a exigência de alterações nas redes neuronais, cada vez que as situações vivenciadas no ambiente inibem ou estimulam o surgimento de novas sinapses mediante a liberação de neurotransmissores (MORA, 2004). Estes processos de aprendizagem,

consolidação, evocação e memorização de informações ocorre principalmente no sistema límbico (Figura 5).

Figura 5 Sistema Límbico



Fonte: Adaptado de Anatomy & Physiology. Textbook by Openstax (2013)

Para Carvalho (2011) a oferta de situações de aprendizagem baseadas em experiências ricas em estímulos e atividades intelectuais pode promover a ativação de novas sinapses e, portanto, facilitar a aprendizagem. Para este autor

As informações do meio, uma vez selecionadas, não são apenas armazenadas na memória, mas geram e integram um novo sistema funcional, caracterizando com isso a complexificação da aprendizagem. Uma informação pode, pela desordem que gera, levar à evolução do conhecimento do indivíduo, pois ele precisará desenvolver estratégias cognitivas a fim de reorganizar e retomar o equilíbrio na construção do conhecimento. E isso é obtido por meio de um processo dinâmico e recursivo presente na reconstrução do próprio ato de conhecer.

Outro fator importante no processo de aprendizagem é o papel desempenhado pelas emoções. O sistema límbico, formado pelo tálamo, amígdala, hipotálamo e hipocampo (Figura 5), é responsável por encaminhar, avaliar e decidir quais estímulos devem ser mantidos ou descartados, e esta organização é dependente da intensidade da impressão provocada no indivíduo (ou no cérebro), para que ocorra uma retenção da informação, arquivamento ou armazenamento (POSNER e RAICHLE, 2001).

Para Lent (2001, p. 671) “a razão é fortemente relacionada com a emoção”. De um modo ou de outro, nossos atos e pensamentos são sempre

influenciados pelas emoções” (Lent, 2001, p. 671). E segundo Posner e Raichle (2001), ao retomar os estudos de Friedrich e Preiss, relata que

A consciência da experiência vivenciada é atingida quando, ao passar pelo córtex cerebral, compara-se a experiência com reflexões anteriores. Assim, quando conseguimos estabelecer uma ligação entre a informação nova e a memória preexistente, são liberadas substâncias neurotransmissoras – como a acetilcolina e a dopamina – que aumentam a concentração e geram satisfação. É dessa maneira que emoção e motivação influenciam a aprendizagem. Os sentimentos, intensificando a atividade das redes neuronais e fortalecendo suas conexões sinápticas, podem estimular a aquisição, a retenção, a evocação e a articulação das informações no cérebro.

3.5. A Narrativa em Documentários Científicos e a Educação em Ciências

O cinema, em qualquer campo em que seja aproveitado, desenvolvido, produzido ou consumido, é sempre educativo e formativo. É formal, na medida em que a sala de projeção é o espaço da socialização e divulgação do filme; ao mesmo tempo é não-formal, pois é espaço de alteridade em relação à escola e, também, informal, pois é espaço de fruição singular e plural, porque é grupal.

J. Straubhaar – Corpo, mídia e tecnologia (2004)

A linguagem do cinema, com os filmes, vídeos e documentários de cunho educativo, com foco na aprendizagem dos alunos e, considerando suas características individuais, singularidades, e etapas do seu desenvolvimento social e cognitivo, pode ser uma ferramenta narrativa importante para comunicar ciência e motivar os alunos a pesquisarem outras informações em uma busca constante para transformar, construir e reconstruir o conhecimento. Essas ferramentas pedagógicas, podem ser utilizáveis também para demonstrar algum conceito, sensibilizar os alunos para temas relevantes na sociedade, estimular o debate, desenvolver a escrita, a criticidade e as relações entre alunos, e dos alunos com o professor. Para Gutfreind (2006, p.2),

O cinema pode ser compreendido como uma estrutura plural que engloba produção, consumo, hábitos, criatividade, valores simbólicos e imaginários que dizem respeito a uma sociedade específica. Nesse sentido, um dos vários campos que compreende o

estudo de cinema se interessa pela organização sociocultural da sua produção e pelo que a experiência fílmica aporta a uma sociedade específica; mais particularmente, podemos dizer que o cinema, como outras mídias, funciona como um produto de base da sociedade contemporânea, participando da psiquê da comunidade, da consciência e da experiência dos indivíduos.

Para Aumont (1999, p.70) “todo filme é um filme de ficção”. E para Gutfreind (2006) o cinema tem o poder de transformar objetos, pessoas e narrativa em ausentes no tempo e no espaço, pressupondo pensar que todo filme de “ficção” ou “documental” pode representar o irreal, que para a autora relaciona-se no “sentido de que aquilo que vemos na tela é justamente o ausente”. Da mesma forma, nos últimos anos, os documentários alcançaram um aumento expressivo dos filmes em salas em praticamente todo o mundo. Um dos motivos para isso, está na perda de entusiasmo e desconfiança do público pela ficção. Para Gutfreind (2006, p.8) “esse tipo de cinema padronizado criou um imaginário em que o espectador deve se identificar com o personagem, tornando-se até mesmo a sua consciência”.

Os documentários científicos têm uma longa tradição de realismo, uma tradição sedimentada nos modos narrativos de explicação e exposição, e exibida nos estilos visuais das filmagens realistas, em alguns casos complementada por imagens simbólicas e com primeiras ocorrências na televisão. Historicamente, os documentários são caracterizados como contos lineares, expositivos e didáticos (GARDNER E YOUNG, 1981, 177). Desde o início da programação científica, o grande desafio para os produtores de documentários na televisão e cientistas foi sempre conseguir conciliar o desregramento inerente da ciência, juntamente com a visualização primária dos recursos televisivos, bem como pela imposição que esse meio produz através da sua capacidade de entreter um grande público com imagens em movimento.

Para Van Dijck (2006) a grande parte da ciência parecia inadequada para a televisão: seu conteúdo disciplinar foi considerado ou muito abstrato, como a física, ou muito teórico, como a matemática, com assuntos muito remotos no tempo, como a pré-história, distantes no universo (cosmologia), ou ainda por estruturas infinitesimais, áreas de estudos da biologia molecular, e inacessíveis como a terapia genética. No entanto, apesar da incorporação de todos os novos instrumentos de imagem pela televisão, com o propósito de popularização das

visões da ciência, sempre houve áreas científicas que resistiram a esta nova realidade. A fim de mostrar o imperceptível e tornar o invisível imaginável, os produtores de televisão, desde o início, maneiram uma série de estratégias visuais e retóricas para visualizar e narrar o que a ciência nunca pode mostrar antes (VAN DIJCK, 2006).

Indiscutivelmente, a estratégia dominante de contar histórias nos documentários de ciências, pode estar associado aos modos expositivos e explicativos de narrativas com estilos visuais realistas e metafóricos. Para esse mesmo autor, nessa estrutura hierárquica de produção de roteiros e gravações, os modos visuais são subjugados à autoridade do modo narrativo – pois as palavras reinam sobre as peças visuais. O modo expositivo, em sua forma mais prototípica, consiste em uma voz (ou narração) explicando o que uma ideia, paradigma ou descoberta científica implicam. Para o autor, freqüentemente, essa voz é incorporada por um cientista, que também pode servir como um “*host*”⁷ do programa (VAN DIJCK, 2006).

Atualmente, muitos museus têm despertado para o seu papel na educação científica e fazem uso extensivo da narrativa, ou contam histórias, como uma ferramenta educativa, interpretativa e de significado. Acadêmicos como Polkinghorne (1998), Bruner (1996), Egan (1995), Goodson e Numan (2003) e Saljo (2005), por exemplo, afirmam que a narrativa é central para a construção de significados. De fato, em seu livro “*A cultura da educação*”, Jerome Bruner (1996) aponta para o fato de que a narrativa tem um papel importante a desempenhar na construção e assimilação do conhecimento. Ele também identifica os humanos como narradores naturais. Além disso, Bruner argumenta que, para que a educação seja eficaz, ela deve ajudar os alunos a usar ferramentas construtivas e para a construção de significado em que eles possam interpretar, adaptarem-se e vivenciar experiências no mundo em que se encontram. Uma dessas ferramentas, sugere, é a narrativa.

Polkinghorne (1988) refere-se à narrativa como uma representação ou reprodução pessoal, que pode ser escrita ou falada, de um relato de uma

⁷ No Brasil, de modo geral, são chamados simplesmente de *apresentadores*. Nos Estados Unidos e outros países anglófonos, os apresentadores são tipicamente chamados de *host*. No caso dos comandantes de programa de auditório, também podem ser conhecidos como *animadores*. No contexto dos noticiários de TV, eles são conhecidos como *âncoras*.

determinada realidade ou uma história, capaz de comunicar uma mensagem ou moral particular, e que evidentemente, representa um processo de construção de sentido. Ele também descreve a narrativa como um "reino de significado" (POLKINGHORNE, 1988, p. 2), e explica isso como uma atividade (e não uma substância ou coisa) que é descrita pelas formas verbais em vez de substantivos. Nesse contexto, Polkinghorne argumenta que cada pessoa tem acesso direto e pessoal a um reino de significado, no qual as coisas ou os eventos precisam ser refletidos no reino mental (a mente) para que sejam entendidos. Os dados linguísticos são necessários, prossegue ele, para que as experiências de outras pessoas sejam disseminadas e analisadas.

Ao se referir ao discurso narrativo e à construção de significados, Polkinghorne discute a importância do “*emplotment*”⁸ (1988, p. 159), através do qual a realidade pode se tornar integral, e que os valores humanos podem se manifestar de forma significativa. Pode-se argumentar que as narrativas incluídas no material educacional dos museus, como sugere Hooper-Greenhill (1999), contribuem para uma explicação do que está acontecendo no mundo ao nosso redor, e que servem como uma importante plataforma para a aprendizagem, sendo uma ajuda eficaz para a criação de significado. Esse argumento poderia ser estendido, na medida em que muitas das narrativas são produzidas com a intenção de explicar fatos e figuras de uma forma digerível, sem necessariamente tentar conectar-se ao conhecimento prévio, à experiência e ao desenvolvimento dos modos de pensar existentes.

Uma importante característica dos documentários ou dos filmes sobre ciências, é o grau de subjetividade e individualidade das produções, uma vez que é um meio interessante para reproduzir e compreender conceitos, conhecimentos científicos e realidades sociais, bem como promover uma transposição, em que o espectador penetra nas narrativas e se projeta como personagem das histórias. Silva e Rocha (2015) acrescentam que “diante dessas potencialidades que o filme mostra, o professor deve lançar olhares investigativos sobre esse recurso para inferir conceitos em relação ao seu uso em espaços escolares como um apoio no trabalho pedagógico”.

⁸ Traduzindo *emplotment* como “a construção do enredo”, este conceito chama a atenção para a homologia entre as estruturas da narrativa e da ação.

A utilização de produções audiovisuais parece ser um tema bastante importante para os autores Silva e Rocha (2015) na sala de aula, uma vez que pode ser possível melhorar a relação de ensino-aprendizagem, e esses autores argumentam o seguinte:

Apresentar ao aluno o filme dentro do conjunto de suas potencialidades didático pedagógicas requer, antes de tudo, mostrar o olhar que emerge da relação professor e aluno, anuncia e denuncia um sentimento de reciprocidade que se reporta às salas de aula, aos corredores, aos pátios, aos espaços escolares e reflete nas relações do ensinar-aprender e do aprender-aprendendo. Nesse sentido, a cinematografia contemporânea apresenta-se à docência como um artefato repleto de potencialidades educativas, que vislumbra diversas possibilidades de aprendizados fundamentais na relação ensinar e aprender.

As pesquisadoras Bert e Ramos (2014) ao problematizarem a relação existente entre a escola e a arte cinematográfica, argumentam que para as sociedades audiovisuais, como a nossa, torna-se imprescindível o diálogo entre essas instâncias de socialização, e desenvolvendo uma "competência para ver". E argumentam que o desenvolvimento desta competência "não se restringe ao simples ato de assistir a filmes, mas tem ligação direta com o universo social e cultural dos sujeitos. Assim, a imagem em movimento tem correlação com aquilo que somos."

Sob esta ótica, pode-se supor que o cinema na escola proporciona outras formas de ser e estar em aula, uma vez que descentraliza o papel do professor, como figura central do processo de aprendizagem (FRESQUET, 2013). Sendo assim, ultrapassa-se a ideia de massificação e centralização de conteúdos dados, na medida em que todos se colocam no mesmo domínio, direção e equilíbrio de condições (FRESQUET, 2013). Complementando isso, Deus e Pereira (2016, p.9) argumenta que,

ao assistirem um filme, não há uma relação que coloque os corpos de frente uns para os outros, espelhando o enfrentamento de quem sabe e de quem não sabe. Todos se colocam no mesmo sentido, de frente para a tela. Desse modo, o cinema na educação pode ser considerado como uma nova linguagem para a reinvenção da própria escola.

4. PRODUTO



Acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=cNjo1yyg6ME>

Produção do documentário “O Cérebro de Thauan”: processos de criação e finalidade.

A ideia para a produção do documentário “O Cérebro de Thauan” surgiu de muitas conversas e da necessidade de nosso grupo de trabalho do projeto NeuroArTE de potencializar e popularizar o conhecimento das neurociências, utilizando módulos interativos e artísticos, representando uma oportunidade para a inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no ambiente acadêmico e também nas escolas mais periféricas da cidade de Santa Maria, Pelotas e Rio Grande. Os módulos interativos, incluindo esta produção audiovisual, fizeram parte da Semana Nacional do Cérebro e da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em 2016 do extinto Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI). Na busca por encontrar as melhores formas de popularizar conceitos da neurociência para crianças, adolescentes e adultos, resolvemos produzir um roteiro que conta a história de um aluno do ensino médio que é praticante de capoeira que está se preparando para competir em um campeonato da sua região. No processo de realização cinematográfica escolhemos a capoeira como um segundo tema no documentário, uma vez que

é considerada uma expressão cultural genuinamente brasileira, que mistura arte marcial, esporte, cultura popular e música, o que contribuiu para as intersecções das diferentes formas de expressão envolvidas no filme: texto, imagem e som. No documentário a representação do cérebro segue uma lógica de múltiplas ativações cerebrais, que vai desde córtex pré-frontal, passando pelo córtex visual e motor até os sinais chegarem ao corpo do personagem central da história, desencadeando e imprimindo movimentos plásticos e repletos de significados. Sem dúvida, o nosso maior desafio foi através de um olhar lúdico e ao mesmo tempo científico, tornar mais simples, motivacional e divertido o entendimento de como o cérebro responde a diferentes situações e estímulos, baseado nos principais conceitos neurocientíficos. O intuito do documentário foi facilitar o a compreensão de como o cérebro funciona, a partir do cotidiano do personagem e seus anseios de vitória dentro de uma competição. O nosso desejo foi tornar a neurociência palpável e motivacional o suficiente ao ponto de estimular o pensamento científico dos espectadores, ou pelo menos intuir esse comportamento.

5. MANUSCRITO 1

Análise dos tipos de ontologias a partir da pergunta “O que é o Cérebro para você?” durante o Museu Itinerante de Neurociências, Arte e Tecnologia (NeuroArTE). Submetido para a **Revista Brasileira de Pesquisas em Educação e Ciências (RBPEC)**.



The image shows a screenshot of an Outlook email interface. The top bar is dark blue with the Outlook logo and a search bar labeled "Pesquisar". Below the search bar is a navigation bar with icons for "Nova mensagem", "Responder", "Excluir", "Arquivo Morto", "Lixo Eletrônico", and "Limpar". The left sidebar shows a list of folders: "Caixa de Entrada" (15), "Lixo Eletrônico" (3), "Rascunhos" (3), "Itens Enviados" (1), "Itens Excluídos" (656), "Arquivo Morto", "Apple IpaD", and "Atualizar para o Office 365 com Recursos premium do Outlook". The main content area displays an email from RBPEC with the subject "[RBPEC] Agradecimento pela submissão". The email body contains the following text:

Professor Dr. JESSIÉ MARTINS GUTIERRES,

Agradecemos a submissão do trabalho "Análise dos tipos de ontologias a partir da pergunta "O que é o Cérebro para você?" obtidas durante o Museu Itinerante de Neurociências, Arte e Tecnologia (NeuroArTE)" para a revista Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

Acompanhe o progresso da sua submissão por meio da interface de administração do sistema, disponível em:

URL da submissão:
<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/authorDashboard/submission/13595>
Login: jessiegutierres

Em caso de dúvidas, entre em contato via e-mail.

Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de compartilhar seu trabalho.

Rosária Justi

Análise dos tipos de ontologias a partir da pergunta “O que é o Cérebro para você?” obtidas durante o Museu Itinerante de Neurociências, Arte e Tecnologia (NeuroArTE)

Analysis of the types of ontologies from the question "What is the Brain for you?" Obtained during the Itinerant Museum of Neuroscience, Art and Technology (NeuroArTE)

Resumo:

Este artigo objetiva analisar os tipos de sistemas conceituais ligados a ontologias e metáforas e que apresentam diversas produções semânticas marcadas por fatores científicos, linguísticos, socioculturais e históricos nos escritos apresentados a partir da pergunta “O que é o cérebro para você?” para o público participante do Museu Itinerante de Neurociências, Arte e Tecnologia (NeuroArTE) em três centros de ensino superior da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Este trabalho identificou a frequência do tipo de constituição de subjetividade(s) das formações imaginárias que se estabelecem nos diálogos sobre a representação do cérebro, sendo fundamental para justificar a importância das diferentes construções de significado na divulgação científica, ou mesmo no levantamento dos aspectos históricos e culturais destas construções para a neurociência. A seguir, utilizando apenas as frases encontradas nos escritos e não palavras soltas (120 frases) foi realizada uma leitura dinâmica para designar a cada frase a uma categoria específica. Neste trabalho selecionamos quatro categorias distintas: Categoria 1 – Referir-se (R); Categoria 2 – Quantificações (Q); Categoria 3 – Identificar Aspectos (IA); Categoria 4 – Identifica Causalidade (C). A grande maioria dos escritos contém pistas discursivas com ambiguidades e informações que estão implícitas, partindo desde aspectos funcionais-biológicos, considerando a interpretação do cérebro como uma máquina, até concepções religiosas e alegóricas da representação individual do cérebro. Neste contexto, buscando entender quais foram as possíveis bases conceituais utilizadas pelos participantes na formulação de ontologias próprias, este trabalho poderá fornecer subsídios para compreender a relação entre o(s) sujeito(s) e a representação do cérebro no imaginário social e acadêmico.

Palavras-chave: Ontologia; Metáfora; Cérebro; Imaginário Coletivo e Neurociências.

Abstract:

This article aims to analyze the types of conceptual systems linked to ontologies and metaphors and that present several semantic productions marked by scientific, linguistic, sociocultural and historical factors in the writings presented from the question "What is the brain for you?" for the public participating in the Neuroscience, Art and Technology Itinerant Museum (NeuroArTE), in three higher education centers of the Federal University of Santa Maria (UFSM). This work identified the frequency of the type of constitution of subjectivity (ies) of the imaginary formations that are established in the dialogues about the representation of the brain, being fundamental to justify the

importance of the different constructions of meaning in the scientific divulgation, or even in the survey of historical and cultural aspects of these constructions for neuroscience. Then, using only the sentences found in the writings and not loose words (120 sentences) a dynamic reading was performed to assign each sentence to a specific category. In this work we select four distinct categories: Category 1 - Refer (R); Category 2 - Quantifications (Q); Category 3 - Identify Aspects (IA); Category 4 - Identifies Causality (C). The vast majority of the writings contain discursive clues with ambiguities and information that are implicit, starting from functional-biological aspects, considering the interpretation of the brain as a machine, to religious and allegorical conceptions of the individual representation of the brain. In this context, in order to understand the possible conceptual bases used by the participants in the formulation of their own ontologies, this work may provide support for understanding the relationship between the subject (s) and the representation of the brain in the social and academic imaginary.

Keywords: Ontology; Metaphor; Brain; Collective Imaginary and Neuroscience.

INTRODUÇÃO

Conceituando Ontologia

É por definição uma base conceitual, mas o termo “ontologia” é questão conflituosa em diferentes áreas do saber, havendo, portanto, uma grande variação de definições e de terminologias, como demonstrado por Guarino e Giaretta (1995). Uma das definições mais usuais é a de “uma especificação de uma conceitualização (ou seja, “uma visão simplificada do mundo”) caracterizada por propriedades formais (explícitas) ou abstratas com propósitos específicos” (GRUBER, 1993).

A ontologia está inserida em um contexto que envolve o estudo de conceitos e teorias que dão embasamento para a construção de domínios específicos a fim de representá-los, sendo, por natureza, um conceito interdisciplinar. A ontologia, em um nível de abstração (Cognitivo), lida com conceitos que figuram no campo das ideias. Em nível concreto (Formal), são sistemas computacionais de construção de modelos, a partir dos quais, pode-se organizar e representar o conhecimento por meio da identificação dos conceitos, e da forma como se relacionam no interior de um determinado domínio de conhecimento ou no conhecimento tomado de modo mais amplo (MOREIRA; SANTOS NETO, 2014).

É importante salientar que o termo ontologia, utilizado aqui, trata-se de um conceito mais amplo e genérico, fundamentado na Filosofia. O termo “ontologia(s)” possui sua origem na metafísica que, segundo Aristóteles, é a filosofia primordial a tratar do estudo do ser enquanto ser. Para Chauí (2003), a palavra ontologia é formada por *onto*, que significa “o Ser”, e *logia*, “estudo ou conhecimento”. Assim, Ontologia significa “estudo ou conhecimento do Ser, dos entes ou das coisas tais como são em si mesmas, real e verdadeiramente” (CHAUÍ, 2003).

Segundo Alvarenga (2003), as ontologias são planejadas e construídas pelo homem para atender suas necessidades de informação (ALVARENGA, 2003). De acordo com Schiessl (2007), uma ontologia é uma especificação explícita de conceitualização que representa uma visão simplificada da realidade e, para a Filosofia, uma explicação sistemática da existência. Adicionalmente, esse mesmo autor entende que a Ontologia pode ser também concebida como uma forma de representação do conhecimento, pois traduz a realidade para um modelo bem delimitado e específico daquilo que se pretende

representar (SCHIESSL, 2007). Cabe ressaltar que a restrição dessa estrutura do conhecimento se dará pela representação de um objeto/conteúdo perfeitamente preciso, ou seja, a ontologia é uma correspondência que está limitada à visão de mundo do seu elaborador, entre o modelo e seu referente no mundo e, inevitavelmente, possui simplificações e conseqüentes imperfeições na representação de uma dada realidade (DAVIS; SHROBE; SZOLOVITS, 1993).

Além disso, para que a comunicação científica seja compreendida, é importante que essa comunicação ou informação seja passada de forma clara e precisa para atribuir sentido aos termos científicos, caso este da neurociência. Esse processo resulta em uma significação, a partir da aquisição de conhecimentos prévios, que podem ser adquiridos em um ambiente formal ou não formal de aprendizagem. Deve-se considerar não só os aspectos cognitivos do discurso de indivíduos que levam a definições conceituais, mas também as dimensões culturais, políticas e sociais que particularizam os usos terminológicos no processo comunicativo e, particularmente, são considerados os verdadeiros formadores de ontologias próprias para cada indivíduo (MORAES; MOREIRA, 2016)

O percurso cronológico da Neurociência

As indagações sobre a natureza das sensações, do pensamento, da capacidade de nos mover, de falar, de rir ou de chorar são antigas para o homem, e a compreensão científica da vida nos exigiu ponderar para uma série de aspectos aplicáveis à biologia e ao comportamento humano. As especulações filosóficas sobre a natureza dos estados mentais se revelam mesmo nos dias atuais incompletas, ao mesmo tempo que se integram aos conhecimentos disponíveis sobre neuroanatomia, eletrofisiologia, mecanismos celulares e moleculares subjacentes.

A concepção do que de fato é o cérebro humano tem sofrido vaivéns históricos até o surgimento do corpo como doutrina, focado no esclarecimento das suas estruturas e funções cerebrais. Neste contexto, a neurociência emerge como uma área disposta a trazer um melhor entendimento de como atua o cérebro nas mais variadas situações, sejam elas patológicas, comportamentais, religiosas ou até mesmo filosóficas. Atualmente, estamos vivendo em uma revolução do campo do saber, uma vez que a neurociência moderna é o resultado da convergência de várias tradições científicas como a anatomia, embriologia, fisiologia, bioquímica, farmacologia, psicologia e neurologia com uma aproximação cada vez mais evidente das ciências da computação ou mesmo da biotecnologia.

Segundo Blanco Pérez (2014), no seu livro *História de La Neurociencia*, o desenvolvimento histórico do estudo científico do cérebro se resume, principalmente, em seis fases. A primeira fase compreende a antiguidade clássica e a idade média, a partir do descobrimento na Grécia Antiga do cérebro como sede das funções superiores do psiquismo humano. A segunda é protagonizada pela revolução científica que aconteceu no final do Renascimento e a aurora da modernidade quando começou em definitivo a aplicação do método científico e a exploração do sistema nervoso. A terceira se caracteriza pelo descobrimento da atividade elétrica do sistema nervoso no final do século XVIII e engloba também as análises subsequentes no campo da eletrofisiologia neuronal. A quarta se refere à localização cortical das distintas funções do psiquismo humano a meados do século XIX, bem como a excitação do córtex cerebral (BLANCO PÉREZ, 2014).

A quinta fase define o estabelecimento da doutrina do neurônio. Foi Ramón y Cajal (1852-1934) que descreveram a teoria neuronal no final do século XIX. Um paradigma revolucionário para sua época, a teoria neuronal trouxe luzes para as ciências em efervescência, dando-lhes uma base biológica para o funcionamento do sistema nervoso. O ambiente intelectual, cultural e filosófico do final do século XIX, de preparação para o século XX, enriqueceu-se com esses conhecimentos que redirecionaram as ciências da época. Segundo Oliveira (2014), o neurônio foi conhecido como a unidade básica do sistema nervoso, funcionando com o suporte das células da glia por mais de cem anos. E nessa época, foi ponderado que os neurônios não poderiam se regenerarem ou serem reproduzidos bem como não seria possível ocorrer neurogênese em um cérebro adulto. Segundo a teoria neuronal, ao nascimento, o número de neurônios está estabelecido para cada indivíduo. Sendo assim, no envelhecimento uma perda considerável de neurônios poderia ser progressiva. Além disso, nesse período, acreditava-se que o cérebro humano pudesse alcançar o máximo do seu desenvolvimento entre 20 e 30 anos, e logo após este período, poderia ocorrer um declínio cognitivo relacionado à perda neuronal progressiva. Estes argumentos na época também foram capazes de reforçar a ideia de que seria na infância e na adolescência as melhores fases da vida de um indivíduo para aprender, e que a vida adulta não seria uma etapa importante para a aprendizagem (FERNÁNDEZ, 2002). Esse conjunto de ideias por anos foi utilizado para um ordenamento da educação mundial até os dias atuais.

A sexta fase alude sobre o nascimento da neurociência como estudo interdisciplinar da mente nos anos 60 com a implantação de uma metodologia “holista” na exploração do sistema nervoso e do psiquismo (BLANCO PÉREZ, 2014). Segundo Oliveira (2014), no século XX, mais especificamente os anos noventa ficaram gravados como a “Década do Cérebro” e, a partir de investimentos financeiros em nível global, foram promovidas ações e pesquisas para estudar o cérebro, e os resultados disso foram revertidos em conhecimentos que revolucionaram diversas áreas do saber. A popularização desses conhecimentos através dos pesquisadores, mas também da mídia, levou a discussão para além dos especialistas, tornando a neurociência um assunto de interesse social. Um corpo de investigadores internacionais, utilizando-se dos recentes avanços da neurociência e também através do Projeto Genoma Humano destacaram que a primeira década do século XXI seria considerada a “Década da Mente” (OLIVEIRA, 2014). É possível verificar que pesquisadores no mundo todo estudam o cérebro sob diferentes aspectos, técnicas, problemas particulares e diferentes paradigmas:

Muitos destes conhecimentos ainda permanecem parados, não atingindo a desejada transdisciplinaridade, no entanto a visão que tínhamos do cérebro desde a antiguidade vem se transformado, dando lugar a uma visão de cérebro social, criador de novas realidades, motivado comportamentalmente e, porque não, processador de sonhos. (OLIVEIRA, 2014).

Educação e Neurociência Construindo Saberes

Em todos os contextos, a educação ocorre informalmente em múltiplos modos, enquanto a aprendizagem formal resulta da instrução explícita. O aprendizado informal acontece por meio de observações e respostas a conflitos. Alan Rogers (2005) explica a

educação não-formal em um *continuum* em relação a outras formas de educação - da educação formal à educação não-formal para a educação participativa, logo, aprendizagem informal. Existem três características para dar sentido a essas categorias: flexibilidade (responsividade do programa às necessidades locais), participação (tomada de decisão compartilhada entre educador e aprendiz) e contextualização (grau de padronização). A educação não formal geralmente é vista como participativa, flexível, menos padronizada e mais responsiva aos interesses locais (ALAN, 2005).

Além disso, experiências de educação não formal podem fornecer desafios únicos para um educador, principalmente quando falamos de museus, salas e espaços expositivos. Por sua própria natureza, a educação não formal como conceito, tem um quadro teórico com importância radical na formação de um indivíduo capaz de se emancipar. É importante salientar que a educação não-formal serve não apenas como complementação da aprendizagem do ambiente escolar ou acadêmico, sendo um produto também de uma construção sócio-cultural, um ente capaz de ensinar através de um sistema por vezes até mais elaborado e fluido. Essa concepção é capaz de fazer com que os professores percebam como a aprendizagem também ocorre fora dos sistemas formais de educação. Segundo Taylor e Neill (2008), em ambientes não-formais, como museus, onde os adultos aprendem sobre arte, história e o mundo natural, entender o papel dos educadores não-formais precisa de mais valorização por parte da casta dos pensadores da educação no mundo (TAYLOR; NEIL, 2008). E talvez o *modus operandi* de educação formal vigorante, embora apurada algumas transformações, segue um modelo de educação originado para servir aos interesses das classes dominantes, do capital e dos segmentos privilegiados do estado. Se lembrarmos bem dos grandes filósofos, pensadores e educadores como Confúcio (Tsu, 551 a.C), Sócrates (Alópece, 469 a.C), Platão (Atenas, 428/427 a.C), Aristóteles (Estragira, 384 a.C), Hypatia (Alexandria, 351/370 d.C) entre outros que foram educadores transformadores do seu tempo, é interessante perceber que o tipo de educação explícita oferecida se daria em qualquer lugar, em praças, em ambientes modestos com certa itinerância e sem a formalidade da educação de hoje. No entanto, não podemos esquecer que a educação nessa época reproduzia também um caráter conservador, voltado para a transmissão da sabedoria contida nos livros clássicos, ou interpretação de outros sábios, sempre destinados a uma parcela pequena da sociedade que não incluía mulheres, artesões, lavradores entre tantos outros trabalhadores (ARANHA, 2006).

Acreditamos que o processo participativo dos indivíduos em museus de ciência, é um passo importante para também resgatarmos e compreendermos como o processo de instrução de um indivíduo ocorre, inclusive por inúmeras rotas alternativas. Também o modo de fazer prático, ou laboral da educação nacional acaba por manter uma ideia de privilégios advinda, se não, do capital e das classes dominantes, na medida que o exercício do poder na escola ou na universidade se dá por relações de valorização de uma educação formal e pouco abrangente, em detrimento de outras formas de aprendizado. É preciso refletir seriamente e não cegamente sobre isso, a universalidade dos saberes produzidos pela neurociência poderia ser capaz de dar maior vazão e protagonismo aos nossos educadores brasileiros, ou pelo menos se utilizar desta para a produção de novas doutrinas ou formas de ensinar/aprender fora dos espaços formais, já que a validade de uma teoria e/ou doutrina é determinada pelo seu bom êxito prático, e os espaços não-formais de aprendizagem precisam ser testados para a constatação pragmática de sua eficiência, abrindo espaço para novas possibilidades de construção teórica.

E é importante destacar que este artigo apresenta uma dupla oportunidade: i) Compreender melhor a cronologia evolucionária sobre o conhecimento do que hoje

entendemos como cérebro e ii) Caracterizar o seu espectro no imaginário cultural, social e científico para a popularização da neurociência.

Metodologia

Participaram deste estudo 149 pessoas participantes da exposição NeuroArTE (Museu Itinerante de Neurociências, Arte e Tecnologia), projeto itinerante de educação não formal selecionado e financiado pela chamada MCTI/CNPq nº 85 de 2013. Os dados coletados foram do ano de 2015-2016, nas exposições ocorridas no Centro de Artes e Letras (CAL), entre os dias 20-23 de outubro de 2015, no Centro de Educação Física e Desportos (CEFD), entre 4-12 de novembro de 2015 e no Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE), entre os dias 18-20 de março de 2016. Cabe salientar que esse projeto não estratificou ou definiu uma faixa etária, ou gênero, embora os escritos coletados nas exposições em sua maioria retratem o perfil de universitários, mas também a população em geral que frequentou as exposições. Assim, trata-se de uma amostra não homogênea e aleatória. Na tentativa de observar um padrão ontológico nos escritos dos participantes, nós dividimos esses discursos a partir dos locais onde foram coletadas, essas amostras textuais foram voluntárias e sem identificação.

As respostas dos participantes foram transcritas em seu estado literal, sem correções ortográficas, para tabelas *Excel* do software *Office* (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA). Além disso, nós estabelecemos, primeiramente, duas categorias iniciais: frases e palavras soltas. Posteriormente, todas as palavras – presente em frases ou soltas – foram classificadas quanto à sua classe gramatical (Substantivo, Adjetivos e Verbo) utilizando metodologia semelhante à de Martins e colaboradores (2017). A seguir, foi gerada pela ferramenta *WordCloud Art* a frequência ou incidência das palavras mais utilizadas para responder a pergunta “O que é o Cérebro para você?” para cada centro de ensino. De posse desses dados, utilizamos a Análise de Conteúdo de Bardin (2009), construindo a categorização dos termos pela sua temática, ou seja, pelo seu aspecto semântico. A referida metodologia é definida como “uma técnica de investigação que tem como finalidade a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto da comunicação” (BERELSON, 1952, BARDIN, 2009, p. 20).

A seguir, utilizando apenas as frases encontradas nos escritos e não palavras soltas (120 frases no total), foi realizada uma leitura dinâmica para designar cada frase a uma categoria específica. Neste trabalho, selecionamos quatro categorias distintas: Categoria 1 – Referir-se (R); Categoria 2 – Quantificações (Q); Categoria 3 – Identificar Aspectos (IA); Categoria 4 – Identifica Causalidade (C). A categoria 1 (R) identifica formulações ontológicas para expor, narrar, relatar, alegar, citar ou para se referir a algo ou alguém. A categoria 2 (Q) identifica quantificações, tamanhos, dimensões, Algarismos numéricos, quantidades, ordem de medidas, etc. A categoria 3 (IA) identifica aspectos que podem ser pontos de vista ou perspectivas. A categoria 4 (C) identifica causalidades, ou seja, que tenha uma ligação entre causa e efeito, ou na qualidade que se produz determinado efeito, ou relação entre algo ou alguém com outro evento. Essas categorias foram baseadas nos estudos de Geoge Lakoff e Mark Johnson (1980, 2002) para as metáforas ontológicas no livro intitulado “Metáforas da vida cotidiana”.

A plotagem dos dados em gráficos foi realizada pelo pacote de *software* estatístico GraphPad Prism 5.0. Podemos considerar nesse estudo uma abordagem Quanti-Quali, ou seja, segundo Turato (2005) “não é diretamente o estudo do fenômeno em si que interessa a esses pesquisadores, seu alvo é, na verdade, a significação que tal fenômeno ganha para

os que o vivenciam”, e ainda como método qualitativo que segundo o mesmo autor diz: “O pesquisador é o próprio instrumento de pesquisa, usando diretamente seus órgãos do sentido para apreender os objetos em estudo, espelhando-os então em sua consciência onde se tornam fenomenologicamente representados para serem interpretados” (TURATO, 2005).

Resultados e Discussão

Este trabalho apresenta análises interessantes das representações do cérebro como um retrato imagético, social/acadêmico presente nos escritos dos participantes das exposições do Museu Itinerante de Neurociências, Arte e Tecnologia (NeuroArTE). As significações e as ontologias encontradas em cada discurso, ou nas metáforas sobre o que é o cérebro, sem dúvida, fazem parte de uma construção histórica e em constante transformação pela qual as neurociências se encaminham, o que, indubitavelmente, pode representar um panorama geral com diferentes medidas e valorizações de como os universitários e o público participante compreendem o que de fato é o cérebro humano.

Procuramos aqui discutir os resultados na ótica de observações próprias, e tomamos como referência a Análise de Conteúdo proposto pela Bardin (2009). No entanto, outros autores servem de base teórica para atingir o objeto do estudo proposto, como por exemplo, seccionar a formação de ontologias e significações sobre a representação do cérebro, e responder os questionamentos levantados a partir dos dados encontrados, com a intenção de dedicar ao tema um olhar mais aprofundado e crítico sob os aspectos relevantes para essa discussão.

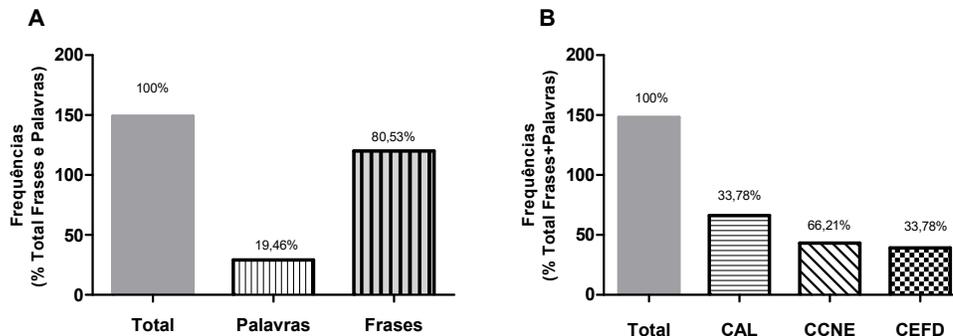


Figura 1: Mostra os percentuais das respostas dadas para a pergunta “O que é o cérebro para você?”, discriminadas em palavras soltas ou frases. A representa as porcentagens de palavras e frases em relação ao total de respostas dadas; B representa os valores percentuais totais (somatório de palavras e frases) para as três exposições do NeuroArTE, bem como, os percentuais individuais nas mostras do Centro de Artes e Letras (CAL), Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) e Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE) na Universidade Federal de Santa Maria.

Sendo assim, na figura 1 podemos observar os percentis das respostas dadas para a pergunta “O que é o cérebro para você?”, discriminadas em palavras soltas ou frases, percebendo uma maior frequência de frases (80,53%) em detrimento de palavras soltas (19,46%) nos escritos. Comparando nossos dados com os achados de Martins et al. (2017) utilizando a indagação “O que tu lembra quando ouve a palavra cérebro?” para crianças em um pré-teste, foi encontrado por esses pesquisadores uma maior frequência para

palavras soltas em relação a frases. Entretanto, nossos dados mostram uma frequência de frases maior em relação a palavras soltas, isso pode ser explicado pela idade da amostra utilizada nesta pesquisa, em sua maioria, adultos jovens, adultos de meia idade e idosos e que, a priori, possuem um repertório de vocabulário maior, ativação rápida dos mecanismos de imagem mental e/ou arquivo mental, bem como um grau de subjetividade maior do que crianças para compor diálogos tanto em palavras soltas como em frases.

Neste contexto, segundo Paiva (1998), a metáfora está sendo reconhecida como um importante instrumento de cognição, diferentemente de como foi tratada por séculos pelas correntes filosóficas da razão; a metáfora desempenha um papel central nos nossos processos perceptuais e cognitivos (PAIVA, 1998). Lisboa e Zorzanelli (2014) no seu ensaio sobre as representações do cérebro na contemporaneidade, dão ênfase à importância do uso conjunto de recursos simbólicos e imagéticos que podem ser utilizados para se referir ao cérebro e seu funcionamento.

E segundo Coser (2010), “diante da impossibilidade de conhecermos a coisa em si, operamos por meio de imagens, representações, fantasias e metáforas, sempre datadas e circunscritas”, e a formulação de ontologias próprias requer do nosso cérebro um metaforização das coisas, ou seja, dar a um determinado objeto, circunstância, coisa ou indivíduo o nome de outra.

Essas referências corroboram com os nossos achados que estão na figura 2 (A-H), apresentamos a frequência no número de palavras em forma de nuvem ou “*wordcloud*” (do inglês), e gráficos com a quantificação numérica das palavras mais escritas. É importante salientar que, para esses dados, ambas as palavras soltas e frases foram quantificadas em conjunto. É interessante notar ainda que na figura 2 (Gráfico A) nós encontramos uma maior frequência para as palavras “Comanda”, “Órgão”, “Corpo”, “Máquina”, “Humano” etc., para os escritos gerais de todos os participantes das exposições. No entanto, quando separamos esses discursos por departamento de ensino como o Centro de Artes e Letras (CAL), Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) e Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE) encontramos diferenças nas frequências dessas palavras, no CAL as palavras mais frequentes nos escritos foram “Corpo”, “Comanda”, “Ações”, “Humano”, “Coisa”, “Deus(es)”, “Ser”, “Criador” e “Interior”, no CEFD encontramos “Órgão”, “Corpo”, “Regula” e “Complexo”, já para o CCNE encontramos “Comanda”, “Órgão”, “Máquina”, “Processador”, “Emoções”, “Complexo”, “Tudo”.

Embora cada indivíduo seja único, e suas construções ontológicas também, é curioso que, na totalidade dos escritos por centro, podemos verificar um perfil semelhante na formulação de palavras para designar o que é o cérebro. A palavra “Corpo” tem frequência alta no CAL e no CEFD, no entanto, não observamos isso no CCNE. Podemos supor que o foco dos estudos que envolvem a educação física e a dança, cursos do CEFD, seja o corpo, portanto, associar o cérebro ao corpo tem algum sentido, inclusive fisiológico, uma vez que a palavra “Regula” também tem frequência alta. No entanto, uma frase em que a palavra “Corpo” aparece e que se contrapõe a essa ideia é “o cérebro é corpo, chega de dualismo”, ou seja, supomos que existe aqui uma ideia que pode remeter a uma crítica à separação que entre o cérebro (mente) e o corpo, privilegiando a mente em depreciação da natureza do corpo, e isto pode ter alguma relação com os escritos encontrados no CEFD. Entre os principais representantes desse dualismo está René Descartes, foi o filósofo que reformulou a questão do dualismo ontológico proposto por Platão. Descartes intensifica a dicotomia entre alma e corpo transformando essa disputa entre mente e corpo. Para ele a mente e o corpo seriam constituídos por substâncias distintas e de propriedades incompatíveis, onde: *res extensa* (corpo) e *res cogitans*

(mente). O corpo seria considerado material e a mente imaterial. Para Machado (2015) ao debruçar-se sobre a obra de Descartes diz o seguinte:

[...] Descartes afirma que o corpo e a alma (mente) agem um contra o outro, e que não há ninguém que atue mais contrariamente à alma (mente) humana do que o próprio corpo a que ela está atrelada.

E posiciona-se contraria a essa idéia, afirmando o seguinte que:

[...] É preciso, entretanto, respeitar o esforço de Descartes. Pelas limitações tecnológicas do seu tempo, ele não tinha como antecipar (saber) o que acontece à atividade mental de um ser humano quando amputado um pedaço do seu cérebro por uma lobotomia parcial, ou quando sofre uma agressão externa que lhe custe um dano corporal grave..... Se aceitarmos a ideia damente como algo imaterial e totalmente independente do cérebro (isto é, do corpo), como é possível explicar o fato de que de que danos causados no último afetam as atividades mentais dos sujeitos?

Corroborando com essa ideia, a autora Lucia Santaella, no seu artigo “Corpo e comunicação: Sintoma e Cultura”, transcende a idéia do corpo e afirma que ele está em todos os lugares, onde o corpo é comentado, transfigurado, pesquisado, dissecado na filosofia, no pensamento feminista, nos estudos culturais, nas ciências naturais e sociais, nas artes e literatura. Essa autora faz diversas indagações relativas ao paradoxismo e a onipresença do corpo nas novas formações culturais da era digital na comunicação em escala planetária, onde:

[...] esse fenômeno pode ser em parte explicado pelas inquietações provocadas pelos processos de corporificação, descorporificação e recorporificação propiciados pelas tecnologias do virtual e pelas emergentes simbioses entre o corpo e as máquinas. Ao criarem a ilusão de que é possível transcender o corpo carnal por meio das descorporificações da simulação, tais processos e simbioses colocam em crise as crenças em uma relativa estabilidade dos limites corporais, pondo em questão as tradicionais estratégias identificatórias constitutivas da subjetividade (SANTAELLA, 2004).

No CAL, a palavra “Comanda” e “Corpo” também tem frequência alta, mas é preciso discriminar onde a palavra “Corpo” aparece nas frases, como observado em “a central de comando do nosso corpo”, ou “motor do nosso corpo”, ou ainda “controla o corpo inteiro”. Parece que a frequência da palavra corpo para os sujeitos no CAL apresenta significado diferente do encontrado no CEFD; o cérebro não é corpo ele apenas o controla, ou é metaforicamente considerado um motor de um carro, nesse caso o corpo humano como automóvel.

Segundo Santaella (2004), no plano simbólico, o corpo é aparelhado pela linguagem, onde a condição simbólica interpõe-se à maneira de um corte entre o sujeito e o objeto, transformando o objeto em uma abstração. As diferentes interpretações para o corpo quando realizada a pergunta “O que é o cérebro para você?” entre o CAL e o CEFD, demonstram uma cadeia significativa divergente que poderia ter o corpo e o cérebro inscritos no desejo, e o desejo segundo a autora é um dos atributos do prazer/gozo, quando

diz “Falar do gozo é falar do corpo propriamente dito, pois o corpo gozante, como núcleo não simbólico do Outro, traz à cena, junto com a imagem e a linguagem, o terceiro parâmetro fundamental da psicanálise: a sexualidade, que se explicita no corpo pulsional, no registro do real”. E as formações metafóricas do corpo para o CEFD parecem indicar uma relação entre corpo/cérebro/prazer.

No entanto, existe também uma frequência alta para as palavras “Coisa”, “Deus(es)”, “Ser”, “Criador” e “Interior” no CAL, aqui podemos perceber que o cérebro pode ser considerado uma coisa sem definição, ou mesmo uma entidade divina criadora e que pode estar relacionado com o interior do homem, exemplificado por “Deus(es)”, “Ser”, “Criador” e “Interior”; essas formações semânticas apresentam um grau de subjetividade particularmente interessante, e isto pode estar relacionado com as pessoas que frequentaram a exposição no CAL, onde possuem alguma relação com a Arte e/ou Literatura.

Já no CCNE, de fato, a palavra “Comanda”, “Órgão” e “Máquina” são mais frequentes, mas destacamos a frequência da palavra “Comanda” que pode estar relacionada com a mesma discussão que propomos para o que de igual encontramos no CAL, como verificado em “o cérebro é o órgão que comanda nossas ações e reações”, ou “Torre de comando”, ou “Control your mind”, ou “controle central”, mas destaco duas palavras importantes “Máquina” e “Processador” que também têm frequência alta para os escritos do CCNE em relação aos outros dois centros de ensino.

Os resultados apresentados na figura 3, demonstram, a partir das categorias selecionadas, um conjunto de evidências que confirmam os achados em nuvem de palavras citadas anteriormente. Da totalidade de frases encontradas (120 frases) 58,33% estão relacionadas à categoria 3 (Identificar Aspectos), em seguida 25% para a categoria 1 (referir-se) e ambas categorias 2 (Quantificações) e 4 (Causalidades) com 8,33% das frases (Figura 3A). Na figura 3B, podemos observar a relação das frases nas quatro categorias divididas por centro de ensino, onde, nos três centros, a categoria 3 (Identificar Aspectos) é maior em relação a todas as outras. Na figura 3C, é possível verificar os exemplos de frases encontrados e que caracterizam as categorias selecionadas. Podemos sugerir a partir desses dados que em todas as frases existem diferenças no tipo de ontologia produzida e à sua relação/explicação com o que seria representado pelo cérebro, mas é bastante evidente que o cérebro está representado como uma máquina ou uma entidade de comando, e esta noção transita entre as quatro categorias de análise.

Essa visão do cérebro como máquina encontrada nesses escritos parece corroborar também com o tipo de percurso histórico em que a sociedade contemporânea atravessou e está atravessando. Somos uma sociedade altamente dependente das máquinas, portanto, é razoável pensar que também o cérebro pode ser considerado uma delas. Uma possibilidade é de que o marco fundador dessa concepção de representação do cérebro pode estar relacionado a um percurso cronológico conhecido a partir de eventos históricos que se iniciam no final do século XVII, quando a máquina a vapor foi criada para a transformação de energia térmica em energia mecânica, e o padrão de produção manual foi substituído pela mecanização em uma escala que dominou todo o século XVIII e XIX; logo depois veio a eletricidade, o advento da eletrônica e das tecnologias de informação e comunicação. Podemos ainda acrescentar a isso, a rapidez no desenvolvimento de novas tecnologias que estão causando grandes transformações científicas, mas também nas relações sociais, políticas e culturais da sociedade contemporânea.

Todo esse percurso cronológico pode ter contribuído para uma representação do cérebro no imaginário coletivo de ser uma máquina, se pensarmos no significado de tecnociência, por exemplo, em que a tecnociência indica um reconhecimento comum de que o conhecimento científico não é somente socialmente codificado e socialmente

posicionado, mas sustentado e tornado durável por redes materiais não-humanas. E para Bunge (2012), no plano ontológico, não existe uma diferença entre o natural e o artificial. Obviamente, esses eventos abrem caminhos para a criação de novas formas de entender o cérebro, e do porquê de “otimizá-lo”, assim como as máquinas construídas pelo homem. Isso corrobora também, em parte, com a ideia surgida mais recentemente sobre uma interface cérebro/máquina, proposto pelo neurocientista Miguel Nicolelis, e tem se tornado cada dia mais popular. Assim, supomos também aqui neste estudo que essas ontologias, metáforas e representações do cérebro analisadas são o produto dos acontecimentos científicos tidos como revolucionários e paradigmáticos.

No entanto, para O’Shea (2010), o cérebro pode ser considerado a “máquina mais perfeitamente complexa e extraordinária do universo” com capacidades complexas e possuir uma capacidade de refletir sobre si mesma e ter consciência, comparando o cérebro a uma máquina como os computadores. Conforme aponta O’Shea (2010),

[...] parece muito improvável que o cérebro esteja apenas realizando algoritmos computacionais ou que o raciocínio possa ser atingido da mesma maneira com engrenagens e alavancas no lugar de células nervosas. Portanto, talvez não se possa esperar que os computadores tenham os mesmos desempenhos dos cérebros, a menos que haja uma maneira de construí-los em um meio biológico (O’SHEA, 2010, p. 12).

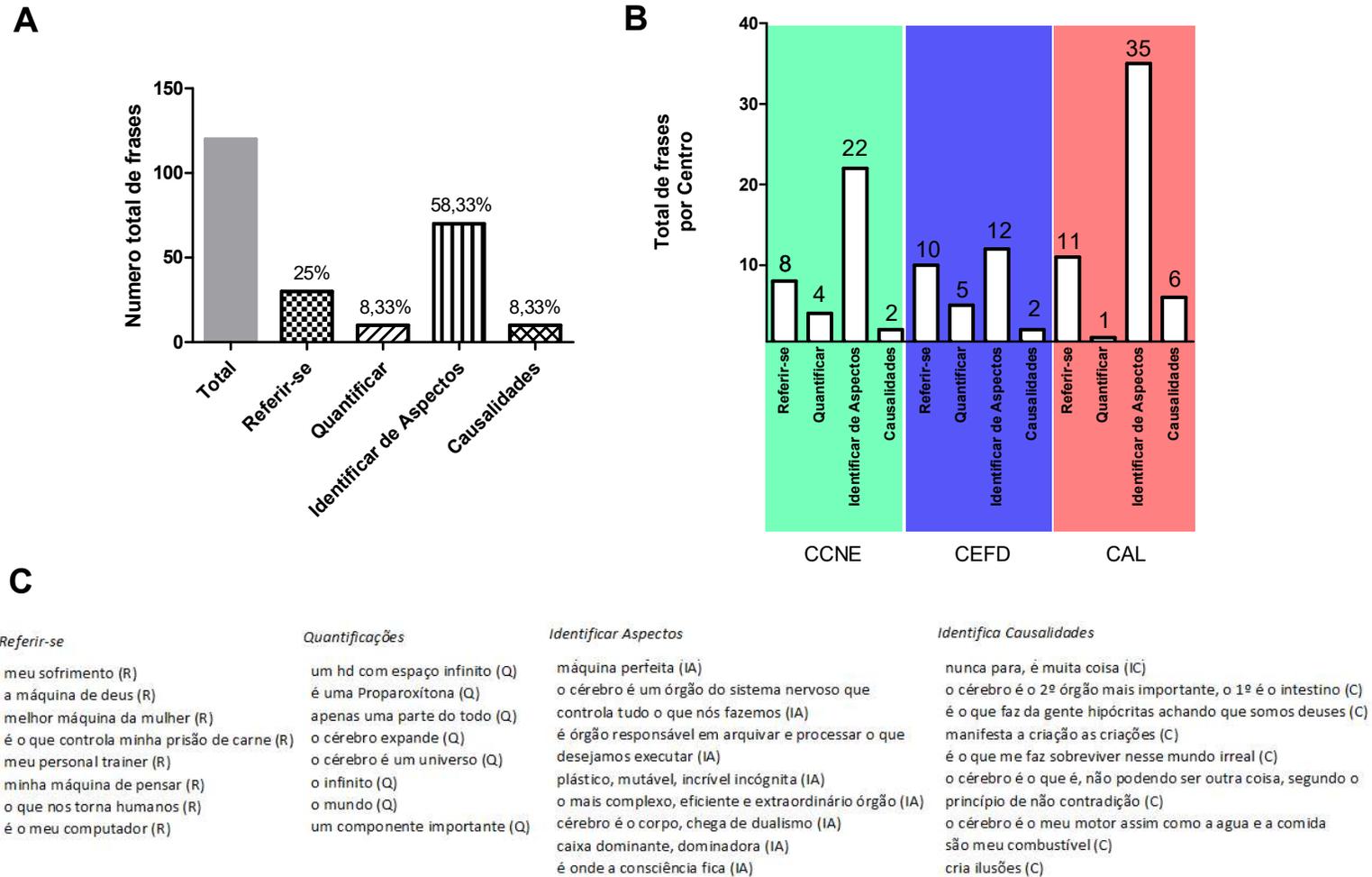
Embora esses escritos demonstrem uma visão simplificada da representação do cérebro como máquina, baseado nos modelos mentais dos seus elaboradores, é perfeitamente possível em um futuro próximo o desenvolvimento de tecnologias que poderão conectar diretamente a mente humana com uma inteligência artificial, ou robôs e mesmo a ligação biónica com outras mentes através de tecnologias de interface cérebro-computador. Hoje existem *startups* com aportes financeiros grandiosos para pesquisas que têm por objetivo “procurar melhorar as capacidades humanas”, embora não se saiba ainda quais as possíveis implicações advindas dessas tecnologias para o futuro da humanidade. O mito de uma sociedade do futuro controlada por robôs e inteligência artificial não parece ser algo impossível de se concretizar, mas enquanto isso não influenciar a nossa humanidade, talvez não precisamos nos preocupar com uma ameaça à nossa sobrevivência.

Outra questão relevante, é que por volta do novo milênio, após os avanços da neurotecnologia, houve uma onda de interesses entre educadores e pesquisadores educacionais no potencial da pesquisa neurocientífica para transformar nossa compreensão da aprendizagem. Talvez seja surpreendente que até o presente momento não exista um corpo de evidências robusto (apenas tentativas de aproximação) capaz de conjugar educação e neurociência como teoria educacional, talvez a visão ainda fisiológica dos mecanismos de aprendizagem pelo qual o cérebro aprende, segundo a neurociência, seja pouco flexível à abstração/experimentação teórico-prática provinda dos pontos de vista das teorias de aprendizagem da educação. Nesse ponto, poucas conexões foram feitas entre os dois campos - elas existem, aparentemente, em mundos de pesquisa distintos (HOWARD-JONES; WINFIELD; CRIMMINS, 2007). A revisão histórica da pesquisa neurocientífica e sua relevância para a educação por Blakemore e Frith (2000) foi uma tentativa de questionar essa separação e explorar quais sinergias e aplicações a educação e a neurociência poderiam oferecer umas às outras. Este apelo por mais pesquisas conjuntas foi amplificado por outros e estimulou uma série de revisões internacionais e iniciativas de pesquisa importantes (GEAKE, 2009; BLAKEMORE,

FRITH, 2005; GOSWAMI, 2006; HOWARD-JONES; WINFIELD; CRIMMINS, 2007). Nesse contexto, estes autores estão preocupados com as interseccionalidades entre neurociência e educação, embora compreensivelmente insuficientes devido ao nascituro teórico da área, sendo considerado um novo campo interdisciplinar, e várias vezes referido como ciência do aprendizado, educiência (*eduscience*), neuroeducação (*neuroeducation*) e eduneurociência (*eduneuroscience*). A neuroeducação é definida como "colaboração transdisciplinar entre os que trabalham na educação e na neurociência (para) assegurar resultados ótimos em termos de validade científica e relevância educacional", que notavelmente, não está definida por uma metodologia, mas como uma atividade entre pesquisadores provenientes de perspectivas teóricas alternativas (HOWARD-JONES et al., 2015). Essa discussão terminológica e teórica sobre os precedentes da conjugação entre educação e neurociência é bastante importante aqui, uma vez que está imbricada com os domínios específicos de representação do cérebro no imaginário social e acadêmico. Vislumbramos com a escolha desses autores dar continuidade também a um estudo mais completo que envolve não apenas representações e ontologias próprias dos indivíduos sobre o que é o cérebro, mas formalizar um estudo focado e direcionado para a neuroeducação e suas aplicações em ambientes não-formais de aprendizagem.

Figura 2: Os resultados para a nuvem de palavras (*Wordcloud*) e as frequências de cada palavra para a pergunta "O que é o cérebro para você?". ^A Painel geral das frequências de palavras em nuvem nas três exposições do NeuroArTE; ^B Incidência de palavras mais usadas nas ontologias dos participantes nas três exposições do NeuroArTE; ^C Relação de palavras em nuvem gerada a partir da exposição no Centro de Artes e Letras da UFSM (CAL); ^D Relação de palavras em nuvem gerada a partir da exposição no Centro de Educação Física e Desportos (CEFD); ^E Relação de palavras em nuvem gerada a partir da exposição no Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE); ^F Incidência de palavras mais usadas nas ontologias dos participantes da exposição no CAL; ^G Incidência de palavras mais usadas nas ontologias dos participantes da exposição no CEFD; ^H Incidência de palavras mais usadas nas ontologias dos participantes da exposição no CCNE.

Figura 3: Representa o número total de frases em que foram seccionadas em quatro categorias distintas: Categoria 1 – Referir-se (R); Categoria 2 – Quantificações (Q); Categoria 3 – Identificar Aspectos (IA); Categoria 4 – Identifica Causalidade (C) (Gráfico A). No gráfico B é representado o número total de frases divididos nas quatro categorias por centro de ensino da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sendo eles: Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE), Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) e Centro de Artes e Letras (CAL). No painel C, é representado as categorias com seus respectivos exemplos frasais que ilustram a análise quantitativa realizada.



Considerações Finais

Por fim, cabe salientar que esta pesquisa não teve como objetivo tratar de situações pré e pós teste, ou seja, fazer a mesma pergunta monozigótica ou similar em diferentes situações na linha do tempo. A nossa intenção foi captar com o mínimo de ruído as formulações ontológicas, como frases e/ou palavras soltas, no momento anterior a entrada dos participantes no circuito de atividades propostas no NeuroArTE. Naturalmente, para os padrões de pesquisas atuais, a gama de complexidade na dissecação dos fenômenos envolvidos a partir dos escritos coletados, é bem mais desafiadora e capaz de ensejar outras conclusões, menos resguardadas e mais fractais. O objetivo deste artigo foi oferecer elementos para uma discussão teórica e prática da relação dialética que envolve as produções semânticas e/ou produções ontológicas a partir da pergunta “O que é o Cérebro para você?”, e a respectiva contribuição para as investigações no campo educacional e na popularização da neurociência. Tal empreitada se justificou à medida que, nos diferentes escritos, dos mais simplificados e complexos, os sujeitos da pesquisa foram capazes de construir uma imagem do cérebro baseada nas suas experiências de mundo e de vida.

De acordo com os nossos resultados, essas representações do cérebro também podem sofrer influência do ambiente universitário e/ou centro de ensino em que esses sujeitos pertencem, muito embora outras pessoas que não universitários também tenham participado nas atividades expositivas. Além disso, a forma como ocorreram essas formações ontológicas da representação do cérebro, encontra-se intrinsecamente associada com a popularização da neurociência neste início do século XXI. Apresentamos aqui uma análise de conteúdo dos tipos de ontologias encontradas durante o projeto Museu Itinerante de Neurociências, Arte e Tecnologia (NeuroArTE), e acreditamos que esse trabalho poderá contribuir na divulgação científica e na compreensão das representações do cérebro humano no imaginário coletivo.

Agradecimentos

Agradecemos o CNPq, pelo apoio financeiro concedido através da chamada de Museus Itinerantes 85/2013, à Universidade Federal de Santa Maria e à Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Referências

ALAN, R. Non-Formal Education: Flexible schooling or participatory education. CERC studies in comparative education, v. 15, 2005.

ALVARENGA, L. Representação do conhecimento na perspectiva da ciência da informação em tempo e espaços digitais. Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Florianópolis, n. 15, jan./jun, 2003.

ARANHA, M. L. A. Filosofia da Educação. 3. ed. Porto Alegre: Moderna, 2006.

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2009. c1977.

BERELSON, B. Content analysis in communications research. Glencoe III: The Free Press, 1952.

BLAKEMORE, S. J.; FRITH, U. Report on the implications of recent developments in neuroscience for research on teaching and learning, a consultation paper commissioned. Teaching and Learning Research Programme, ESRC, 2000.

BLAKEMORE, S. J.; FRITH, U. The Learning Brain: Lessons for Education. Oxford: Blackwell, 2005.

BLANCO PÉREZ, C. Historia de la neurociencia: el conocimiento del cerebro y la mente desde una perspectiva interdisciplinar. Madrid: Biblioteca Nueva, 2014.

CHAUÍ, M. Convite à Filosofia. 13. ed. São Paulo: Ática, 2003.

CONNORS, B. W; BEAR, M. F.; PARADISO, M. A. Neurociências: Desvendando o sistema nervoso. Porto Alegre: Artmed, 2001.

COSER, O. As metáforas farmacológicas com que vivemos: ensaios de metapsicofarmacologia. Rio de Janeiro: Garamond, 2010.

DAVIS, R.; SHROBE, H.; SZOLOVITS, P. What is a knowledge representation? AI Magazine, v. 14, p. 17-33, 1993.

FERNÁNDEZ, F. S. Características de la persona adulta que inciden en el currículo. In: Universidad Nacional de Educación a Distancia, Enseñanza y Aprendizaje Abiertos y a

Distancia. Unidad Didáctica 11. Módulo II: Enseñanza y Aprendizaje a Distancia. Madrid, UNED, 2002.

GEAKE, J. *The Brain at School: Educational Neuroscience in the Classroom*. Maidenhead. Inglaterra: Open University Press, 2009.

GUARINO, N.; GIARETTA, P. *Ontologies and Knowledge Bases*. In: _____ *Towards Very Large Knowledge Bases*. Amsterdam: IOS Press, 1995.

GRUBER, T. R. *Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing*. Estados Unidos: Technical report KSL, 1993.

HOWARD-JONES, P. A. et al. *Neuroeducational research in the design and use of a learning technology*. *Learning, Media and Technology*, v. 40, n. 2, p. 227–246, 2015.

HOWARD-JONES, P. A.; WINFIELD, M.; CRIMMINS, G. *Co-constructing an understanding of creativity in drama education that draws on neuropsychological concepts*, *Proceedings of the British Educational Research Association Annual Conference 2007*, Institute of Education, London, 2007.

LAKOFF, G.; JOHNSON, M. *Metaphors we live by*. Chicago: Chicago Press, 1980

LAKOFF, G.; JOHNSON, M. *Metáforas da vida cotidiana*. Coord. de tradução de Mara Zanotto. Campinas: Mercado das Letras, 2002.

LISBOA, F. S.; ZORZANELLI, R. T. *Metáforas do cérebro: uma reflexão sobre as representações do cérebro humano na contemporaneidade*. *Physis*, Rio de Janeiro, v. 24 n. 2, 2014.

MARTINS, L.A.M. et al. *Efeito de uma atividade experimental sobre conceitos espontâneos que alunos de uma turma do ensino fundamental têm sobre o cérebro*. In: *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências (ENPEC)*, Florianópolis/SC. *Atas dos ENPECs*, v. XI. p.1-7, 2017.

MACHADO, D.D.S. *Epistemologia Genética e Neurociências –Construção do Sujeito Cognoscente*. Dissertação de Mestrado em Educação, UFRGS, 2015.

MORAES, I. S.; MOREIRA, W. *Ontologia: uma análise terminológico-conceitual no congresso internacional ontobras (2008-2015)*. In: *VI Seminário em Ciência da Informação: Fenômenos Emergentes na Ciência da Informação*, Londrina-PR, 2016.

MOREIRA, W.; SANTOS NETO, M. F. A formação do conceito de ontologia na ciência da informação: uma análise nos periódicos Scire e Ibersid. Scire, v. 20, n. 2, p. 49-54, jul./dez. 2014.

OLIVEIRA, G. G. Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores. Educação Unisinos, v. 18, n. 1, p. 13-24, jan./abr. 2014.

O'SHEA, M. Cérebro. Porto Alegre: L&PM, 2010.

SANTAELLA, L. Corpo e Comunicação: Sintoma e Cultura. Comunicação, mídia e Consumo. v. 1, n. 2, 2004.

SCHIESSL, M. Ontologia: o termo e a idéia. Enc. Bibli: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf., n. 24, p. 172-181, 2007.

TAYLOR, E. W.; NEIL, A. C. Museum Education. Journal of Museum Education, v. 33, n. 1, p. 23-32, 2008.

TURATO, E. R. Métodos qualitativos e quantitativos na área da saúde: definições, diferenças e seus objetos de pesquisa. Rev. Saúde Pública, São Paulo, v. 39, n. 3, Jun. 2005.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considero que esta tese, não é apenas o resultado de uma contribuição acadêmica, mas um divisor de águas na minha vida. Considero este trabalho um fator contribuidor no meu crescimento individual como pesquisador, que só foi possível de se reconhecer ou ter consciência, quando percebo todos os percursos trilhados e percalços encontrados no meio do caminho, desde o desenvolvimento do projeto NeuroArTE para a captação de recursos do CNPq, passando pela construção dos módulos expositivos, da produção do documentário para as atividades anuais do NeuroArTE, até o contato direto com diferentes faixas etárias curiosas sobre neurociência, que culminam na formação teórica e de resultados apresentados neste trabalho.

A proposta desta tese foi justamente relacionar as potencialidades das produções do projeto NeuroArTE para a popularização da ciência, utilizando como contexto temático a neurociência. E propusemos como questões de pesquisa, nessa perspectiva: i) analisar os tipos de sistemas conceituais que estão ligados a ontologias e metáforas do cérebro em discursos encontrados no Museu Itinerante de Neurociências, Arte e Tecnologia (NeuroArTE); ii) produzir a partir das reflexões sobre neurociências, um documentário ou produto audiovisual, abordando os principais conceitos em neurociências; iii) verificar se por meio do uso da produção audiovisual os alunos podem ser estimulados a observar e a descrever conceitos da neurociência.

A partir dos dados apresentados no artigo 1, acreditamos que oferecemos uma discussão teórica e prática da relação dialética que envolve as produções semânticas e/ou produções ontológicas sobre o entendimento do que é o cérebro para o público participante da exposição NeuroArTE. Nossos resultados identificaram a frequência, nível de subjetividade de diferentes das formações ontológicas que se estabeleceram nos diálogos sobre a representação do cérebro, sendo fundamental para justificar a importância das diferentes construções de significado na divulgação científica, ou mesmo no levantamento dos aspectos históricos e culturais destas construções para a neurociência. A grande maioria dos escritos do público que frequentou o NeuroArTE, mostraram pistas discursivas com ambiguidades e informações que estão implícitas, mas

que partem da relação com o cérebro desde aspectos funcionais-biológicos, ou na interpretação metafórica do cérebro como uma máquina, até concepções metafóricas do cérebro como uma entidade, ou um ser celestial, ou seja, elementos carregados de representações alegóricas.

Lakoff e Johnson (1980) buscaram entender a metáfora no seu contexto fenomenológico, e argumentam que a metáfora não é um fenômeno puramente lingüístico, faz parte da experiência cotidiana e do fluxo da imaginação simbólica. Na concepção cognitiva, a metáfora muda de status – partindo de uma simples figura de retórica para o de uma operação cognitiva fundamental. Onde para esses autores, conceitualmente, a metáfora é o ato de “compreender e experienciar uma coisa em termos de outra”. Espindola (2005, 2011) ao refletir sobre a obra de Lakoff e Johnson (2002), comenta que as metáforas ontológicas são tão naturais e tão onipresentes em nosso pensamento, que elas normalmente são consideradas como evidentes por si mesmas e descrições diretas de fenômenos mentais. Além disso, essas metáforas estão presentes em uma língua natural para lidarmos com nossas experiências, transcritas em eventos, atividades, emoções, idéias, processos etc., as quais são concebidas como entidades discretas ou substâncias.

Para Contenças (1999) “o conhecimento científico não é independente da linguagem em que é apresentado. As palavras não são neutras em relação aos fatos, mas fazem uma seleção do que é considerado importante e ajudam a ‘dar forma’ àquilo que aceitamos dos objetos científicos”. Para esta autora as expressões figurativas, dentre elas as metáforas, fazem parte da ciência, desde os momentos iniciais de elaboração/construção dos *fatos científicos* até sua comunicação/divulgação. E a hipótese que norteia essa ideia, é que no percurso histórico das ciências, fica evidente que desde sempre a linguagem científica incluiu expressões metafóricas, sejam elas de forma explícita ou implícita. E completa dizendo que a própria terminologia científica tem, algumas vezes, uma origem metafórica (CONTENÇAS, 1999, p. 9).

No manuscrito 2, nossos resultados apontam que o documentário “O Cérebro de Thauan” pode ser considerado uma ferramenta narrativa para a popularização da neurociência, uma vez que foi possível colaborar na negociação de significados ou construção do conhecimento para os participantes da pesquisa a compreender de fato é o cérebro, bem como, de que forma ocorre

a comunicação deste com o resto do corpo humano, baseando-se nos modelos científicos para o cérebro adotados pela literatura internacional.

Acreditamos que os documentários sobre ciência quando presente na fase de escolarização básica de crianças, jovens/adolescentes ou adultos, potencializa o processo de aprendizagem, complementando-o com outras dimensões que não tem espaço nas estruturas dos currículos das disciplinas escolares. Ao mesmo tempo os documentários sobre ciência não podem substituir uma aula expositiva, mas também não podem ser considerados uma atividade meramente coadjuvante, na intenção de ocupar os alunos. Por isso, concordamos com Bert e Ramos (2014) quando argumentam que a utilização de diferentes mídias no espaço educacional vem se estabelecendo como metodologia para atender ao objetivo de explicar conteúdos, a partir do desejo de aproximar o público discente e seduzi-lo pelas “imagens em movimento”. De acordo com essas autoras existe uma demanda pedagógica que exige a diversificação do processo de ensino-aprendizagem, e que é necessário oferecer novos elementos e ferramentas para ilustrar e/ou elucidar questões do conteúdo programático escolar, de maneira a tornar-se mais lúdica e envolvente, e que poderá ser capaz de sustententar esta proposição.

Em sala de aula a utilização de documentários de ciência podem facilitar o processo de ensino-aprendizagem, mas é importante que o professor em sala tenha a clareza e vontade política de oferecer uma atividade que não se enquadra nos moldes de uma aula clássica, mas através de um nível considerável de inovação no seu trabalho. E segundo Soby (2008) o potencial da mídia digital só poderá ser devidamente reconhecido quando este estiver ancorado em um contexto pedagógico, social e organizacional e apadrinhado por um compromisso político. No entanto, cabe salientar também que os documentários normalmente generalizam e simplificam as informações. A partir desta pesquisa, acredita-se que o documentário “O Cérebro de Thauan”, por si só, não será efetivo para a popularização da neurociência e a divulgação científica na escola. Sendo assim, torna-se importantíssimo a continuidade de atividades dentro do currículo escolar que emprestem aos estudantes a possibilidade de questionar as informações exibidas em um documentário, para que busquem evidências, dados, provas substanciais ou referências a fontes,

que o ajudem a refletir e a criticar gerando uma argumentação científica simples, na medida em que nesta tarefa, vão reconhecendo outras formas de saber.

Essas atitudes fazem parte de um leque de habilidades necessárias para se tornar um cientista, por exemplo. Além disso, é importante ilustrar e explicar aos estudantes as distinções entre documentários comerciais e documentários científicos, que são baseados em pesquisas e na evolução da ciência, ou da neurociência que foi o tema escolhido neste estudo. E para José Morán (1995, p.28-29),

O vídeo está umbilicalmente ligado à televisão e a um contexto de lazer, de entretenimento, que passa imperceptivelmente para a sala de aula. Vídeo, na concepção dos alunos, significa descanso e não "aula", o que modifica a postura e as expectativas em relação ao seu uso. Precisamos aproveitar essa expectativa positiva para atrair o aluno para os assuntos do nosso planejamento pedagógico. Mas, ao mesmo tempo, saber que necessitamos prestar atenção para estabelecer novas pontes entre o vídeo e as outras dinâmicas da aula.

Morán (1995) vê o vídeo como “uma forma de contar multilinguística, de superposição de códigos e significações, predominantemente audiovisuais”, e que esta linguagem está mais aproximada da sensibilidade e prática do homem urbano, e que ainda permanece distante da linguagem educacional, mas que apresenta um discurso verbal-escrito. Além disso, acreditamos que este estudo evidencia, também, a necessidade de atividades que envolvam a temática de neurociência através de mediação dos professores e/ou ancoradas no planejamento didático, que possam desenvolver a criticidade dos estudantes em termos de acesso às informações contidas em vídeos, documentários e na Web com conteúdos científicos.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, M.; CASALEIRO, P. *Ciência e arte, SciArt: museus, laboratórios, cientistas e artistas*. MIDAS [Online], v. 5, 2015. URL : <http://midas.revues.org/829>

ANKER, S.; FRAZZETTO, G. *Neuroculture, an exhibition at the Westport Arts Center, Westport, CT US*. Neuroculture [online], 2016. URL www.neuroculture.org

AMARAL, J.H. *A educação no “século do cérebro”: análise de interlocuções entre Neurociências e Educação a partir dos Estudos da Ciência*. 2016. Tese de Doutorado (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ANATOMY & PHYSIOLOGY, *Textbook by Openstax*. 2013. CNX, connexions web URK: <http://cnx.org/content/col11496/1.6/>

ANSARI, D.; SMEDT, B.D.; GRABNER, R.H. *Neuroeducation – A critical overview of an emerging field*. Neuroethics, 5(2): 105–117, 2012.

ANSARI, D., & COCH, D. *Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience*. TRENDS in Cognitive Sciences, 10(4), 146-151, 2006.

ASENSIO, M. *El marco teórico del aprendizaje informal*. Iber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia, n. 27, p. 17-40, enero, 2001.

ASSMANN, Hugo. *Reencantar a educação: rumo à sociedade aprendente*. Petrópolis: Vozes, 2001.

AUMONT, J. *Esthétique du film*. Paris: Nathan, 1999.

BEETLESTONE, J.G. et al. *The science center moviment: context, practiec,next challenger*. Public Understand of Science, v.1, n.7, p.5-26, 1998

BERT, A.O, RAMOS, R.F. *Experiências com a Arte Cinematográfica na Escola*. Travessias, v08, n.3, 22º edição, 2014.

BETTS, J.G; DESAIX, P.; JOHNSON, E.; JOHNSON, J.E; KOROL, O.; KRUSE, D.H.; BUNGE, M. Tecnología, ciencia y filosofía. In: *Filosofía de la tecnología y otros ensayos*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Inca Garcilaso de la Veja, p. 47-75, 2012.

BLAKEMORE, S. J.; WINSTON, J.; & FRITH, U. *Social cognitive neuroscience: where are we heading?* TRENDS in Cognitive Sciences, 8(5), 216-222, 2004.

BRUNER, J.S. The culture of education. *Cambridge, MA: Harvard University Press*, 1996.

BUCCHI, M. *Science and the Media: Alternative Routes in Scientific Communication*. London: Routledge, 1998.

BUCCHI, M.; TRENCH, B. *Handbook of public communication of science and technology - Communication in science-Handbooks*, Routledge; 1 edition, 2008.

CARVALHO, F.A.H. *Neurociências E Educação: Uma Articulação Necessária Na Formação Docente*. Trab. Educ. Saúde, Rio de Janeiro, v. 8 n. 3, p. 537-550, 2011.

CASSIRER, E. *La Philosophie des Lumie`res*, Paris: Fayard, [1932] 1997.

CAZELLI, S. *Divulgação Científica em espaços não-formais*. In Anais do XXIV Congresso da Sociedade de Zoológico do Brasil, p. 10-10, Belo Horizonte, 2000.

CAZELLI, S.; et al. Tendências Pedagógicas das Exposições de um museu de ciências. In: *Guimarães, V.; Silva, G. A. (coords.). Implantação de Centros e Museus de Ciências*. Rio de Janeiro: UFRJ, p. 208 – 218, 2002.

CAZELLI, S.; MARANDINO, M.; STUDART, D. *Educação e comunicação em museus de ciências: aspectos históricos, pesquisa e prática*. In: GOUVÊA, G.; MARANDINO,

M.; LEAL, M. C. (Org.). Educação e museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências. Rio de Janeiro: Acess: Faperj, p. 83-106, 2003.

CITELLI, A. *A linguagem cinematográfica na escola: outras linguagens na escola*. São Paulo: Cortez, 2000.

CHAGAS, I. *Aprendizagem não formal/formal das ciências: Relações entre museus de ciência e escolas*. Revista de Educação, v.3, n.1, p.51-59, 1993.

CHANCELLOR, B.; CHATTERJEE, A. *Brain branding: When neuroscience and commerce collide*. AJOB Neuroscience, 2(4): 18–27, 2011

CHAMPAGNE, A.B., NEWELL, S. T. *Directions for research and development: Alternative methods of assessing scientific literacy*. Journal of Research in Science Teaching, 29(8), 841–860, 1992.

CHRISTOPHE, A.; GARNIER, M. En pèlerinage au musée : sur les traces de La Joconde », In Mairesse F. (ed.), *Voir la Joconde, approches muséologiques*, (pp. 15-36). Paris : L'Harmattan, 2014.

COLLEY, H.; HODKINSON, P.; MALCOLM, J. "Non-formal learning: mapping the conceptual terrain". *A consultation report*, Leeds: University of Leeds Lifelong Learning Institute, 2002. URL http://www.infed.org/archives/e-texts/colley_informal_learning.htm

CONNORS, B.W.; BEAR, M.F; PARADISO, M.A. Neurociências: Desvendando o sistema nervoso. *Lippincott Williams & Wilkins*, 2001.

CONTENÇAS, P. A Eficácia da Metáfora na Produção da Ciência – o Caso da Genética. *Lisboa: Instituto Piaget*, 1999.

COOMBS, P.H. Faut-il développer l'éducation périscolaire? *Perspectives*, v. III, n°3, pp. 315-338, 1973.

COOMBS, P.H., PROSSER, R.C.; AHMED, M.. *New Paths to Learning for Rural Children and Youth*. *New York: International Council for Educational Development*, 1973.

COOMBS, P.H.; AHMED, M. *La Lucha Contra la Pobreza Rural. El Aporte de la Educación no Formal*. Madrid: Editorial Tecnos, 1975.

COOMBS, P. *The World Educational Crisis*, New York, Oxford University Press, 1968.

COOMBS, P. *The World Crisis in Education*, New York: Oxford University Press, 1985.

CRANE, V.; NICHOLSON, H.; CHEN, M.; BITGOOD, S. *Informal Science Learning*. Dedham, MA: Research Communications, 1994.

DANILOV, V. *Science and technology centers*. Cambridge, MA: MIT Press, 1982. 366p.

DAWSON, G. *Soldier Heroes: British Adventure, Empire and the Imagining of Masculinities*. Editora Routledge, London, 2004.

DELLWO, A. *What Are Glial Cells and What Do They Do? The Other Brain Cells*. *Brain & Nervous System*, 2018. URL: <https://www.verywellhealth.com/what-are-glia-cells-and-what-do-they-do-4159734>

DELOCHE, B. *Museologica: Contradictions et Logique du Muse'e*, J. Vrin, 2nd edn. Paris:, 1985.

DEUS, A.I.S, PEREIRA, C.R. *Linguagem Cinematográfica Na Educação: Aproximação Do Cinema Como Arte No Ensino Fundamental*. GTII Alfabetização Audiovisual Para Educadores, 2016.

DUNCAN, A.; WALLACH, C. The Museum of Modern art as late capitalist ritual: an iconographic analysis, *Marxist perspectives*, 4, 28-51, 1978.

EGAN, K. *Bera'tta som en saga!* [Original title: Teaching as story telling. An alternative approach to teaching and curriculum in the elementary school, publicado em 1986]. Ha sselby: Runa Forlag AB, 1995.

EHRENBERG, Alain. *O sujeito cerebral*. Tradução de Marianna Oliveira e Monah Winograd. *Psicologia clínica*, v.21, n.1, p.187-213, 2009.

ESPÍNDOLA, L. *A Metáfora Conceptual Ontológica na Publicidade*. *Revista Gelne*. João Pessoa, v. 7, n. 1/2, p. 19 – 28. 2005.

_____. (org.) *Metáforas conceptuais no discurso*. João Pessoa: *Idéia/Editora Universitária*, 2011.

FALK, J.H.; KORAN, J.J.; DIERKING, L. D. *The things of science: Assessing the learning potential of science museums*. *Science Education*, 70(5), 503–508, 1986.

FALK, J.; DIERKING, L.D. *Lessons Without Limit – how free-choice learning is transforming education*. *Altamira Press*, California, 2002.

FALK, J. *Free-Choice Science Learning: Framing the Discussion*. In FALK, J. *Free-Choice Science Education – How We Learn Science Outside of School*. *Teachers College Press*, Nova York, 2001.

FAVERO, O. *Referências sobre materiais didáticos para a educação popular*, *Perspectivas e dilemas da educação popular*, PAIVA, Vanilda, Rio de Janeiro: Graal, 1984.

FISCHER, K.W. et al. *Why Mind, Brain, and Education? Why Now?* *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 1-2, 2007.

FORDHAM, P.E. *Informal, non-formal and formal education programmes*, YMCA George Williams College, 1993.

FRAZZETTO, G.; ANKER, S. *Neuroculture*. Nature Reviews Neuroscience 10(11): 815–821, 2009.

FRESQUET, A. *Cinema e educação: reflexões e experiências com professores e estudantes de educação básica, dentro e “fora” da escola*. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

GADOTTI, M.G. *A questão da educação formal/não-formal*, In: Institut international des droits de l'enfant (IDE) Droit à l'éducation: solution à tous les problèmes ou problème sans solution? Sion (Suisse), 2005.

GARCÍA B.A. *La exposición. Un medio de comunicación*. Akal: Madrid, 1999.

GARDNER, C.; YOUNG, R. “Science on TV: A Critique”, in T. Bennett (ed.) *Popular Television and Film*, pp. 171–93. London: British Film Institute, 1981.

GASPAR, A. *Museus e Centros de Ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico*. 1993, Tese (Doutorado em Educação). São Paulo: Universidade de São Paulo, 1993.

GILMAN, B.I. *Museums Ideals of Purpose and Methods*, Cambridge: Harvard University Press, 2nd ed., 1923.

GONDIM, F.A.A. *Neuropsicofisiologia*, Tauily Claussen D'Escragnole Taunay, , 2009.

GOHM, M.G. *Educação não-formal e cultura política*. Impactos sobre o associativismo do terceiro setor. São Paulo, Cortez, 1999.

_____. *Educação não-formal, educador(a) social e projetos sociais de inclusão social*. Meta: Avaliação | Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 28-43, 2009

GOODSON, I.F.; NUMAN, U. *Livshistoria och professionsutveckling [Life histories and professional development]*. Lund: Studentlitteratur, 2003.

GUTFREIND, C.F. 2006. *O filme e a representação do real*. In: e-COMPÓS: Revista da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação. Disponível em <http://www.compos.org.br/seer/index.php/e-compos/article/view/90/90>. Acesso em: dd/04/2011

GRAY, H. *Anatomy of the Human Body*, Lea and Febiger, 20, Figure 728, Philadelphia and New York, 1918.

HARDIMAN, M.; DENCKLA, M.B. The Science of Education: Informing Teaching and Learning through the Brain Sciences. 2009. URL:<http://www.dana.org/news/cerebrum/detail.aspx?id=23738>.

HARWOOD, J.; WILKIN, D. Introduces the role of neurons in the nervous system - their function, purpose, make-up, and types, created by Zachary Wilson, modifying image by Mariana Ruiz Villarreal November 30, 2012.

HEIN, H. *The Exploratorium – The Museum as Laboratory*, Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1990.

HERCULANO-HOUZEL, S. *Do You Know Your Brain? A Survey on Public Neuroscience Literacy at the Closing of the Decade of the Brain*. *The Neuroscientist*, 8(2), 98–110, 2002.

HOFSTEIN, A.; ROSENFELD, S. Bridging the Gap Between Formal and Informal Science Learning. *Studies in Science Education*, 28(1), 87–112, 1996.

HOOPER-GREENHILL, E. *Museums and interpretative communities'*. Paper presented at Musing on Learning Seminar, Australian Museum, 20 april, 1999.

ILLES, J.; KIRSCHEN, M.P.; GABRIELI, J.D.E. From neuroimaging to neuroethics. *Nature Neuroscience*, 6(3): 205–205, 2003.

IZQUIERDO, Ivan. *Memória*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

JACOBUCCI, D. F. C. A formação continuada de professores em Centros e Museus de Ciências no Brasil. 2006, 302p. Tese (Doutorado em Educação). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2006.

JACOBUCCI, D.F.C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. *Em Extensão*, Uberlândia, v. 7, 2008.

KRESS, G. *Before writing: rethinking the paths to literacy*. London: Routledge, 2005.

LAIDI, Z. *La tyrannie de l'urgence*, Que'bec: Muse'e de la civilization, 1999.

LAISSUS, Y. 'Les cabinets d'histoire naturelle', in Taton, R. (ed.) Enseignement et diffusion des sciences au XVIIIe sie`cle, Paris: Hermann, 659–712, 1986.

LAKOFF, G.; JOHNSON, M. *Metaphors we live by*. Chicago: Chicago Press, 1980

LAKOFF, G.; JOHNSON, M. *Metáforas da vida cotidiana*. Coord. de tradução de Mara Zanotto. Campinas: Mercado das Letras, 2002.

LEI DE DIRETRIZES E BASES DA. EDUCAÇÃO NACIONAL. Brasília – 2005. Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

LENT, Robert. *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais da neurociência*. São Paulo: Atheneu, 2001;

LENT, R. *Neurociência da Mente e do Comportamento*, Editora Guanabara Koogan, 2008.

LITTLEFIELD M.M.; JOHNSON, J. *The Neuroscientific Turn: Trandisciplinarity in the Age of the Brain*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 2012.

LOHMAN, M. 'Environmental Inhibitors to Informal Learning in the Workplace: A Case Study of Public School Teachers.' *Adult Education Quarterly* 50, 83-101, 2000.

MARTINEZ-BOOM, A. De la escuela expansiva a la escuela competitiva: dos modos demodernización en América Latina. Bogotá D.C: Anthropos-CAB, p. 459, 2004.

MAIRESSE, F. *La muséologie et le sacré Matériaux pour une discussion*. Papers from the ICOFOM 41th symposium held in Tehran (Iran), 2018.

MAURIE'S P. *Cabinets of Curiosities*, London: Thames & Hudson Ltd, 2002.

MARANDINO et al. A educação não-formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz? *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2003.

MILLER, J. D. *Toward a scientific understanding of the public understanding of science and technology*. *Public Understanding of Science*, 1(1), 23–26, 1992.

McMANUS, P. *Topics in Museums and Science Education Studies*. In, *Science Education* v. 20,. p. 157-182, 1992.

MORA, Francisco. *Como funciona o cérebro*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MORÁN, J. O vídeo na sala de aula. *Comunicação e Educação*, São Paulo, (2):27-35, 1995.

NATIONAL SCIENCE BOARD. *Science & Engineering Indicators—1993 (NSB 93-1)*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1993.

NATIONAL SCIENCE BOARD. *Science & Engineering Indicators—1996 (NSB 96-21)*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1996.

NASH, C. *Narrative in Culture: The Uses of Story-telling in the Sciences, Philosophy, and Literature*. London: Routledge, 1990.

O'CONNOR, C.; JOFFE, H. Media representations of early human development: Protecting, feeding and loving the developing brain. *Social Science & Medicine*. Epub ahead of print 13, 2012. DOI: 10.1016/j.socscimed.2012.09.048.

OLIVEIRA, B.J., CAMPOS, V.S., REIS, D.D., LOMMEZ, R. O fetiche da interatividade em dispositivos museais: eficácia ou frustração na difusão do conhecimento científico. *Revista Museologia e Patrimônio*, 2014.

ORTEGA, F.; VIDAL, F. Mapeamento do sujeito cerebral na cultura contemporânea. *R. Eletr. de Com. Inf. Inov. Saúde*. Rio de Janeiro, v.1, n.2, p.257-261, jul.-dez., 2007.

ORTEGA, F.; ZORZANELLI, R. Corpo em evidência: a ciência e a redefinição do humano. Rio de Janeiro: *Civilização Brasileira*, 2010.

OTTO, R. *Le sacré*, Paris : Payot. Texier, R. (1990). Sacré, in Jacob A. (ss la dir.) *Encyclopédie philosophique universelle*, II, Les notions philosophiques (pp. 2291-2293). Paris, Presses Universitaires de France, 1969.

PAPON, P. *Les Logiques du Futur*, Paris: Aubier, 1989.

PICKERSGILL, M. *The social life of the brain: Neuroscience in society*. *Current Sociology*, v.61, n.3, p.322-340, 2013.

POLKINGHORNE, D. *Narrative knowing and the human sciences*. Albany, NY: State University of New York Press, 1988.

POLKINGHORNE, J. *Natural Science, Temporality, and Divine Action*. *Theology Today*, 55(3), 329–343, 1998.

POMIAN, K. 'Entre l'invisible et le visible: la collection', *Libre*, no 3: 4–55, 1978.

POSNER, M.I. ROTHBART, M.K. Influencing brain networks: implications for education. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 9(3), 99-103, 2006.

POSNER, Michael I.; RAICHLE, Marcus E. *Imagens da mente*. Porto: Porto Editora, 2001.

POULOT, D. *Muse'e, Nation, Patrimoine*, Paris: Gallimard, 1789–1815, 1997.

PUCCIO, Di F. *The Fortifications Interpretation Centre: a must-visit in Valletta*, History & Heritage, 2018. URL:maltainsideout.com/24307/fortifications-interpretation-centre/

RATEY, John J. *O cérebro: um guia para o usuário*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

ROGERS, A. *Non-Formal Education: Flexible Schooling or Participatory Education?* 328 pp, 2004.

ROSE, S. *O cérebro no século XXI: como entender, manipular e desenvolver a mente*. Tradução de Helena Londres. São Paulo: Globo, 2006.

ROSE, N. *The Politics of Life Itself: Biomedicine, Power, and Subjectivity in the Twenty-First Century*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2007.

ROSE, N.; ABI-RACHE, J.M. *Neuro: the new brain sciences and the management of the mind*. Princeton: Princeton University Press, 2013

SALJO, R. *La`rande och kulturella redskap – om la`roprocesser och det kollektiva minnet* [Learning and cultural tools – on learning processes and the collective memory]. Stockholm: Norstedts Akademiska Forlag, 2005.

SEARLE, J.R. 'Postmodernism and the Western rationalist tradition', in Arthur, J. and Shapiro, A. (eds) *Campus Wars – Multiculturalism and the Politics of Difference*, Boulder, CO: Westview Press, 28–48, 1995.

SEYMOUR, B.; VLAEV, I. Can, and should, behavioural neuroscience influence public policy? *Trends in Cognitive Sciences*, 16(9): 449–451, 2012.

SCHIELE, B. *Science museums and science centres*, In: BUCCHI, M. e TRENCH, B. *Handbook of public communication of science and technology - Communication in science–Handbooks*, 2008.

SCHÜLL, N.D; ZALOOM, C. The shortsighted brain: Neuroeconomics and the governance of choice in time. *Social Studies of Science* 41(4): 515–538, 2011.

SILVA, A.C.C, ROCHA, G.S.P. Língua, Prática e Cinema – Uma Relação Possível na Sala de Aula. *XII Congresso Nacional de Educação*, 2015. Em: ISSN 2176-1396

SMITH, M. Informal Learning [online], 1999. URL:<http://www.infed.org/biblio/inf-lrn.htm>> [19 January 2019]

SMITH, M.K. *Non Formal Education*. In <http://www.infed.org/biblio/b-nonfor.htm#idea>. 1996;2001. (acessado/consultado em março de 2019).

SØBY, Morten. *Digital competence – from education policy to pedagogy: the Norwegian context*. In: LANKSHEAR, Colin; KNOBEL, Michele. *Digital literacies*. New York: Peter Lank, 2008. p. 119-150

STRAUBHAAR, J. *Comunicação, mídia e tecnologia*. São Paulo. Ed. Pioneira. 2004

STREET, B.V. *Literacy in theory and practice*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

STUDART, D. C. Museus e famílias: percepções e comportamentos de crianças e seus familiares em exposições para o público infantil. *Hist. Cienc. Saúde-Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 12, supl., p. 55-77, 2005.

TURCAN, R. *L'archéologie dans l'Antiquité*. Tourisme, lucre et découvertes, Paris: Les Belles Lettres, 2014.

TRILLA, J. *La educación fuera de la escuela*. Ambitos no formales y educación social. Ariel: Barcelona, 1993.

UNESCO. *Convention pour la sauvegarde du patrimoine culturel immatériel*, 2003. URL:<https://ich.unesco.org/fr/convention>

WAGENSBERG, Jorge. *Cosmocaixa*. El museo total. Por conversación entre Arquitectos y museólogos. Barcelona: Sacyr, 2006

WALSH, C. *Youth justice and neuroscience: A dual-use dilemma*. British Journal of Criminology 51(1): 21–39, 2011.

VALENTE, M.E.; CAZELLI, S.; ALVES, F. Museus, ciência e educação: novos desafios. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, vol. 12, p. 183-203, 2005.

VIDAL, F. *Brainhood, anthropological figure of modernity*, Hist. Hum. Sci. 22, 5–36, 2009.

VIDAL, F.; ORTEGA, F. Being brains: Making the cerebral subject. *New York: Fordham University Press*, 318 p., 2017.

VAN DIJCK, J. *Picturizing science*. International Journal of Cultural Studies, 9(1), 5–24, 2006.

VAN DIJCK, J. *ImagEnation: Popular Images of Genetics*, New York: New York University Press, 1998.

VASCONCELLOS, M. M. N. Educação em museus: qual é a especificidade deste campo? Qual é a importância de se respeitar de forma rigorosa suas especificidades? *Ensino Em Re-Vista, Uberlândia*, v.20, n.1, p.29-42, jan./jun. 2013.

WAGENSBERG, J. Principios fundamentales de la museología científica moderna. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Barcelona, v.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.

APÊNDICES

Apêndice 7 - NeuroArTE – Registro Fotográfico

Neuroarte - Exposição Interativa (Evento integrado à programação da Jornada Acadêmica Integrada da UFSM) de 20 a 23 de outubro de 2015, na Sala Cláudio Carriconde, localizada no Centro de Artes e Letras/CAL, UFSM.

O grupo de trabalho chefiado pela professora Maria Rosa, professora Nara Santos e o posdoc Jessié Gutierrez conduziu inicialmente o projeto visando através de seminários de grupo discutir a ciência, nomeadamente, a neurociência no contexto da civilização moderna, e suas contribuições para a Arte e a Tecnologia, participaram além dos bolsistas do projeto nesses seminários os alunos dos grupos de pesquisa do laboratório de enzimologia toxicológica (Enzitox), chefiado pela professora Maria Rosa Chitolina, do laboratório de Artes (LABART), chefiado pela professora Nara Santos. Esses encontros foram divididos em 2 períodos, o período inicial de seminários de grupo com leituras sobre o tema Neurociência (com 4 textos retirados do livro “Neurociência e Educação: Como o Cérebro Aprende”, do autor [Ramon M. Cosenza](#), Editora Artmed; 1ª Edição, 2011) e na temática Neurociência e Arte (com 3 textos principais: 1º - autor Mengfei Huang, “*The Neuroscience of Art*, *Stanford Journal of Neuroscience*”; 2º - Ramachandran, V.S. and William Hirstein, “*The Science of Art: A Neurological Theory of Aesthetic Experience*”, *Journal of Consciousness Studies* 6. 6-7 (1999): 15-51; e o último texto 3º - Cavanagh, Patrick. “*The artist as neuroscientist*” *Nature* 434 (2005): 301-307). No segundo período dos encontros foram feitas as primeiras discussões sobre a proposta do NeuroArTE, o desenvolvimento dos módulos interativos, as propostas visuais do Museu Itinerante, as coletas de dados do evento, a organização e distribuição dos módulos em setores ou áreas ao qual discutiremos mais adiante. Nesse primeiro ano de projeto (2015), tivemos como bolsistas CNPq o aluno Carlos Alberto Donaduzzi (DTIB), Fabiano Barbosa Carvalho (DTIB), Matheus Chitolina (ATPB), e a Pro-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE) da UFSM nos cedeu mais 4 bolsas de extensão pela UFSM, onde foi realizado uma seleção e aprovados os alunos: Bruna Taffarel (graduação ciências biológicas), Bruna Gabriela Jung (Graduação Medicina),

Gabriel Machado (Graduação em Relações Internacionais e Computação),
Laryssa Machado Silva (Graduação em Artes Visuais).

Como nossa primeira exposição, o Centro de Artes e Letras da Universidade Federal de Santa Maria recebeu na sala Claudio Carriconde as atividades do NeuroArTE – Museu de Neurociências Arte e Tecnologia, nessa primeira edição desenvolvemos módulos interativos voltados aos públicos infantil, jovem e adulto. Essa divisão de faixas foi bastante importante dentro do contexto do NeuroArTE uma vez que no projeto original existia como objetivo principal a apresentação do museu apenas para alunos carentes provenientes de escolas de periferia, na ocasião, escolas também classificadas com baixo IDEB (índice de Desenvolvimento da Educação Básica). O evento foi um sucesso com um público estimado de 400 pessoas em quatro dias de exposição, o fato de existir uma mixagem entre os campos da ciência e tecnologia com a arte foi um fator excepcional no desenvolvimento do projeto, bem como a atratividade dos temas e a descoberta (Fotos do evento Figura 1). Na sequência o Cartaz da primeira Edição (Figura 2).

Figura 1 – Fotos da primeira edição do NeuroArTE, Sala Claudio Carriconde, Centro de Artes de Letras da Universidade Federal de Santa Maria.









Figura 2 - Cartaz da Primeira Edição do NeuroArTE, Ano 2015.



Além da divulgação através do cartaz da exposição itinerante, nós resolvemos criar uma página de divulgação científica do NeuroArTE, a página (<https://www.facebook.com/neuroarteufsm>), e esta página foi alimentada com informações sobre o museu, artigos científicos, pequenos chamamentos visuais (Figura 3) e vídeos de chamamento (Figura 4) para cada edição do museu itinerante, vídeos e do “*making of*” do nosso documentário principal “O Cérebro de Thauan” (Figura 5), além de fotos das exposições, bem como dos módulos interativos.

Figura 3 - Chamamentos Visuais da página do Facebook do NeuroArTE.





Sabe aquele seu amigo que adora ciências? Ou aquele outro que é viciado em tecnologias? E aquele que é apaixonado pelas artes? Quem sabe aquele que tem curiosidade sobre tudo?

Convide-os para curtir nossa página :)



Estaremos participando da Jornada Acadêmica Integrada (JAI) da UFSM, de 19 a 23 de outubro.

Durante essa semana apresentaremos módulos interativos que ajudarão a entender melhor como o nosso cérebro funciona.

Já anote no seu calendário, agenda, smartphone, ou na sua mão mesmo!

NeuroArte adicionou 2 novas fotos.
Publicado por Jessie Gutierrez [?] · 16 de outubro de 2015 · 🌐

E os preparativos para a JAI 2015 continuam. A abertura do nosso evento mudou, será dia 20 de outubro (terça-feira) as 17 horas na sala Claudio Carracone no CAL. Confira nossos próximos posts 😊



363 pessoas alcançadas

Impulsionar publicação

👍 Curtir 💬 Comentar ➦ Compartilhar

NeuroArte adicionou 2 novas fotos.
Publicado por Jessie Gutierrez [?] · 17 de outubro de 2015 · 🌐

O que seria dos nossos órgãos se não fosse o controle cerebral?! Venha para o NeuroArTE e traga seu filho junto, vamos testar seu conhecimento de anatomia 😊

Dia 20 de outubro (terça-feira)



584 pessoas alcançadas

Impulsionar publicação

👍 Curtir 💬 Comentar ➦ Compartilhar

NeuroArte

Página Caixa de entrada Notificações Informações Ferramentas de publicação

👍 Curtir 🔄 Seguir ➦ Compartilhar ⋮

NeuroArte
@neuroarteufsm

Página inicial
Sobre
Fotos
Vídeos
Eventos
Publicações
Serviços
Loja
Grupos
Notas
Ofertas
Comunidade

Publicado por Carlos Donaduzzi [?] · 23 de outubro de 2015 · 🌐

Hoje é o último dia da exposição, venham! Ficamos abertos até às 17h, na Sala Cláudio Carracone, localizada no Prédio 40 da UFSM (CAL - Centro de Artes e Letras).

Na foto, o Cardboard, o óculos da Google para realidade virtual.



NeuroArte
Publicado por Carlos Donaduzzi [?] · 7 de março de 2016 · 🌐

Olá, pessoal!

O semestre acaba de começar na UFSM e o Neuroarte já têm novidades para este mês. Antes de divulgarmos o que vem por aí confirmam esse registro da exposição interativa que aconteceu no final do ano passado. Nas imagens, um pouco do que foi o Espaço educativo e de aprendizagem com a visitação da Unidade de Educação Infantil Ipê Amarelo.



Neuroarte - Exposição Interativa
Espaço educativo e de aprendizagem Visitação da Unidade de Educação Infantil Ipê Amarelo 22 e 23 de outubro de 2015
YOUTUBE.COM

426 pessoas alcançadas

Impulsionar publicação

👍 Curtir 💬 Comentar ➦ Compartilhar

Figura 4 - Vídeos de Chamamento variados.

Vídeo 1 - <https://www.youtube.com/watch?v=pinR8HsXKEg>



Figura 5 - “Making Of” documentário “O Cérebro de Thauan”.

NeuroArte
Publicado por Carlos Donaduzzi · 4 de outubro de 2015

Desde o primeiro dia do mês de outubro estão acontecendo as gravações de um documentário que irá abordar questões referentes ao cérebro humano.

O lançamento será realizado na JAI - Jornada Acadêmica Integrada da UFSM, no dia 19 de outubro.

Na foto, parte da equipe que participa da produção. A Toca Audiovisual, responsável pelas gravações e integrantes do projeto NeuroArte.



430 pessoas alcançadas

Impulsionar publicação

NeuroArte
Publicado por Carlos Donaduzzi · 14 de outubro de 2015

Ontem foi o último dia de gravação do documentário que fará parte da nossa exposição paralela a programação da JAI. A partir de segunda-feira, dia 19 de outubro, vocês poderão assisti-lo na íntegra, na Sala Cláudio Carriconde, no CAL - Centro de Artes e Letras da UFSM.

Na foto, parte da equipe que participou dessa produção.



316 pessoas alcançadas

Impulsionar publicação

Curtir Comentar Compartilhar

NeuroArte
Escrito por Carlos Donaduzzi · 18 de outubro de 2015

Na produção do nosso documentário, teve roda de capoeira com o pessoal do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD/UFSM) e PPG Educação e Ciências. Confira o doc completo dia 20 de outubro (terça-feira) às 17h 😊



261 pessoas alcançadas

NeuroArte

Página Caixa de entrada Notificações Informações Ferramentas de publicação

Curtir Seguir Compartilhar

NeuroArte
@neuroarteufsm

Página inicial Sobre Fotos Vídeos Eventos Publicações Serviços Loja Grupos Notas Ofertas Comunidade

Publicado por Carlos Donaduzzi · 27 de outubro de 2015

Olá, Pessoal!

O NeuroArTE: Museu Itinerante de Neurociência, Arte e Tecnologia finaliza suas atividades para o mês de outubro com o documentário "O Cérebro de Thauan" que estava em exibição na exposição. Confira esta produção que busca explorar algumas características do cérebro humano e entenda melhor seu funcionamento.

Até mais e fiquem ligados, pois continuaremos divulgando novidades na nossa página 😊



O CÉREBRO DE THAUAN

O Cérebro de Thauan.
This is "O Cérebro de Thauan" by Toca Audiovisual on Vimeo, the home for high quality videos and the people who love them.
VIMED.COM

A divulgação via facebook foi bastante efetiva na comunicação com os diversos públicos e serviu também de acesso para o público em geral conhecer melhor o projeto bem como a temática principal do museu que foi discutir a neurociência, a arte e a tecnologia na contemporaneidade. Hoje contamos com mais de 750 curtidas na página (Figura 6), e a média de curtidas das publicações do NeuroArTE nos diferentes horários do dia (Figura 7).

Figura 6 – Total de Curtidas na dia 15 de janeiro de 2018. Dados do painel de acesso às informações Gerais de divulgação da página do Administrador do site Facebook.



Figura 7 – Média de Curtidas nas publicações do NeuroArTE e o horário mais comum de acesso e curtida. Dados do painel de acesso às informações Gerais de divulgação da página do Administrador do site Facebook.



Neuroarte - Exposição Interativa realizada no Centro de Educação Física e Desportos/CEFD da UFSM, nos dias 04 e 12 de novembro de 2015.

O Museu Itinerante de Neurociências, Arte e Tecnologia (NeuroArTE) também realizou nos dias 04 – 12 de novembro de 2015 a exposição dos módulos interativos para os acadêmicos do curso de Educação Física Licenciatura, Educação Física Bacharelado e Dança no Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) da Universidade Federal de Santa Maria. A participação dos acadêmicos foi bastante significativa com uma média de público de 250 – 300 pessoas, foram apresentadas atividades lúdicas de pintura do cérebro e do painel “Mural dos Neurônios”, atividade destinada a construção coletiva de uma painel com pinturas dos neurônios, também atividades opinativas para a pergunta “O que é o Cérebro para você” ao qual coletamos frases e discursos dos acadêmicos afim de entender como se encontra a representação do Cérebro no imaginário coletivo, estamos em processo de redação de um artigo científico de análise de discurso sobre essas respostas dos participantes de todas as edições, na qual iremos discutir a importância do senso comum na percepção conceitual da representatividade do cérebro e o que emana dele e dos diferentes conceitos dados a ele. Além disso, nessa edição também recebemos um feedback interessante do público sugerindo novos módulos e outras formas de explicar algumas atividades, a ludicidade e a distribuição dos módulos foi a mais elogiada. Houve também interesse de professores do Centro de Educação Física em participar eventualmente do projeto, uma vez que o CEFD possui um grupo voltado a atividades extensionistas e que trabalham com tecnologias educacionais. A seguir (Figura 8) algumas notícias na página sobre a exposição e fotos do evento.

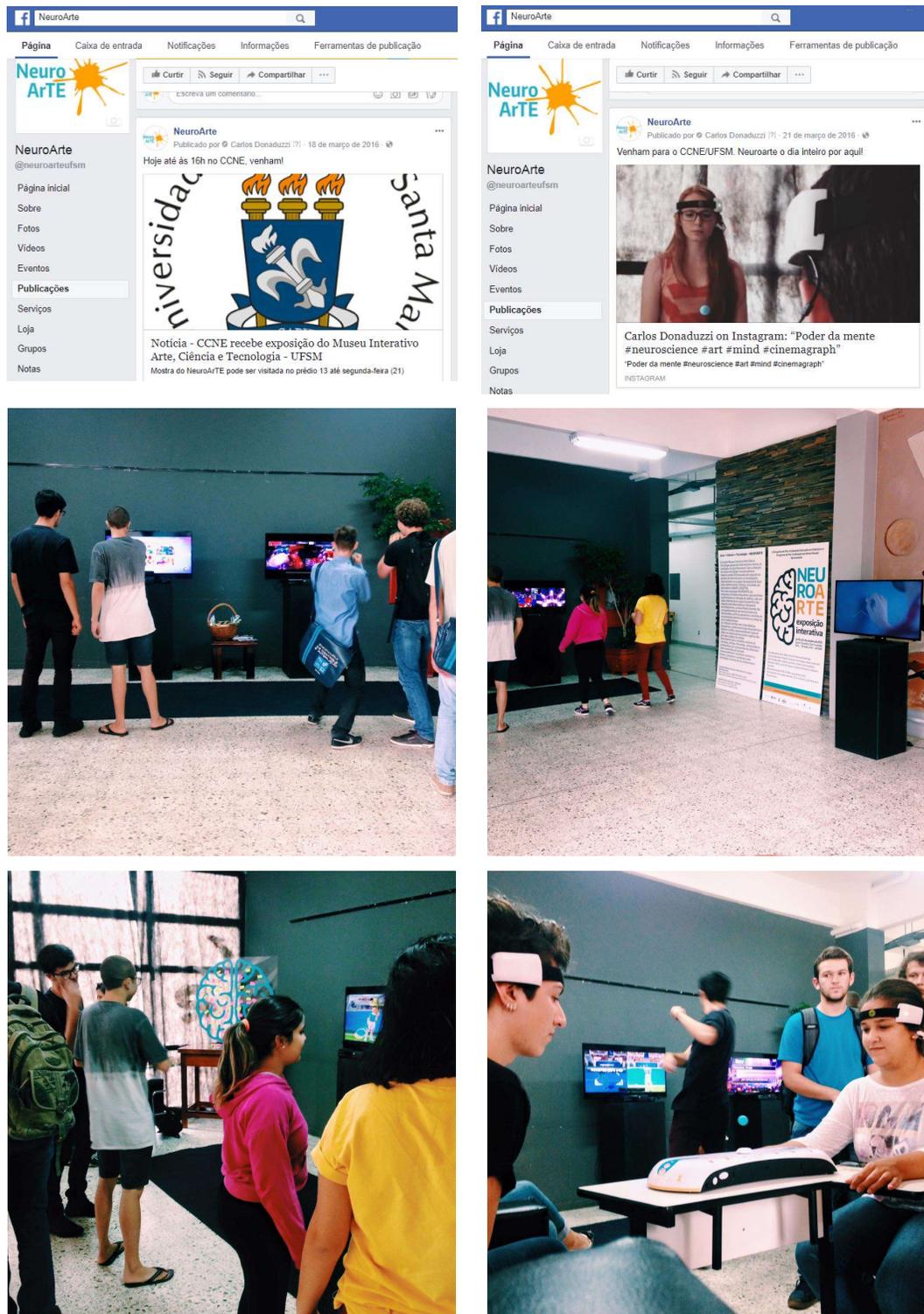
Figura 8. Atividades realizadas no Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Santa Maria.



Neuroarte – Exposição Interativa realizada no Centro de Ciências Naturais e Exatas/CCNE, da UFSM, nos dias 18, 19 e 20 de Março de 2016.

O projeto percorreu os principais centros de ensino da Universidade Federal de Santa Maria que possuem relação direta com o projeto, como o Centro de Artes e Letras (CAL), Centro de Educação Física e Desportos e o Centro de Ciências Naturais e Exatas. Foi bastante interessante a participação desse público na exposição, podemos observar uma curiosidade desses alunos no que diz respeito ao funcionamento de alguns jogos, o destaque de jogo foi o “*Mind Flex Dual Game*”, jogo que foi adquirido da empresa Mattel’s USA, é um jogo de acuidade mental que permite aos jogadores envolverem-se em batalhas de intensa concentração mental e percepto-visual. Este jogo foi bastante disputado pelo público em geral nas diferentes exposições, uma vez que com sensores que permitem a captação de ondas cerebrais do córtex pre-frontal, fazem com que os níveis de atividade mental dos jogadores possam levar uma bola de espuma (fluxo de ar) e mover essa bola através de uma plataforma para o campo adversário, através do nível de atividade e controle cerebral. Além disso, variamos o módulo do jogo para também utilizar estados de concentração e relaxamento para controlar a esfera em desafios interativos com obstáculos em um módulo para apenas um jogador. Novamente, a exposição foi um sucesso e com uma média de público de 200-280 pessoas. A seguir (Figura 9) as notícias relacionadas com a exposição no Ano de 2015 e fotos do evento.

Figura 9. Atividades realizadas no Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria.

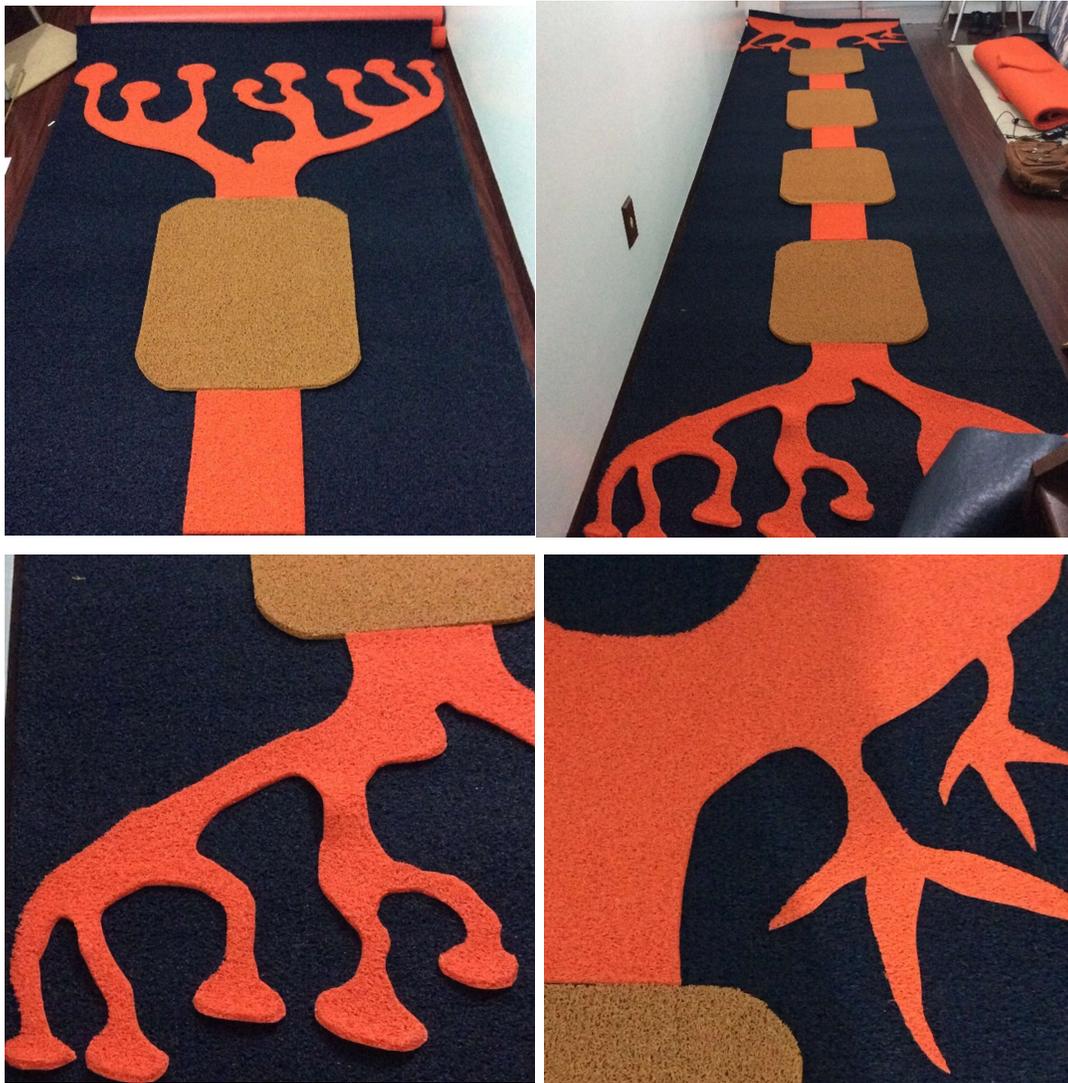




Uma das grandes questões abordadas por nós foi como explicar de forma lúdica e coerente para crianças como ocorre as doenças neurodegenerativas, seja a doença de Alzheimer ou Parkinson ou mesmo a doença Esclerose Múltipla. Para esta última, resolvemos criar um tapete, ao qual chamamos de tapete neurológico, que ludicamente tenta explicar a fisiopatologia da Esclerose Múltipla. Recortamos assim tapetes com formatos e cores variados, em laranja as projeções axonais dos neurônios e o corpo celular, em amarelo queimado as células de schwann dos oligodendrócitos que revestem com mielina os axônios para assim explicar que uma deterioração nessas células poderia levar a um sintoma da doença que é a desmielinização, além disso esse tapete funcionava como o jogo da amarelinha, onde nos tapetes amarelo “regulares” devia-se dar um salto (indicando o mecanismo do potencial de ação que é saltatório e dependente de uma diferença de potencial) e os tapetes amarelos degenerados

devia-se dar passinhos, indicando assim a perda de sinal e prejuízo na comunicação dos neurônios devido ao processo de desmielinização. Na sequência algumas fotos da construção bem como das atividades lúdicas envolvendo o tapete (Figura 10).

Figura 10. Tapete neurológico, módulo educativo para ensinar como ocorre a transmissão sináptica normal e em pacientes com Esclerose múltipla.

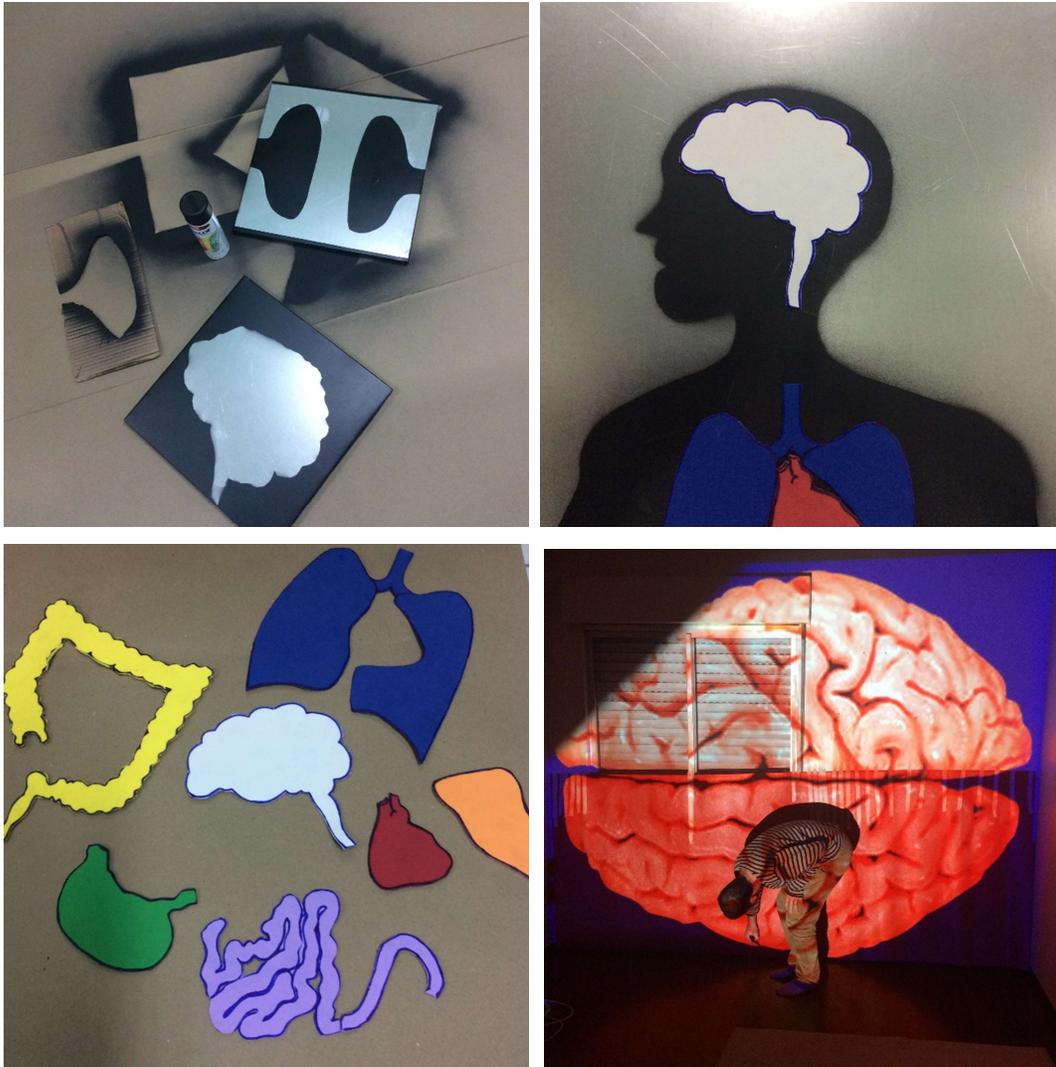




Outra atividade particularmente interessante foi o “Pintando o Cérebro”, onde utilizamos modelos de gesso de cérebro para ser pintado da forma como os participantes gostariam, também confeccionamos painéis feitos de metal e imãs com diferentes partes do cérebro e dos órgãos humanos para serem preenchidos conforme o entendimento anatômico das crianças, foi uma atividade bastante lúdica e que explorou efetivamente a participação do público que fez parte do NeuroArTE. A seguir algumas fotos dessas atividades (Figura 11).

Figura 11. Atividade “Pintando o cérebro” durante a exposição itinerante do NeuroArTE.





A Memória processual é a memória de longo prazo para a aquisição de habilidades e procedimentos. Com o tempo e a repetição, tarefas processuais difíceis podem ser aprendidas e armazenadas em uma área específica do cérebro. Baseado nessas evidências, nós resolvemos construir um aparato com espelhos, onde o visitante tentou desenhar uma estrela sobre um plano inclinado, olhando para um reflexo de uma estrela a ser contornada com um lápis, mas sem enxergar suas mãos. Essa tarefa é interessante uma vez que o cérebro humano na inexistência do campo visual ou na distorção deste a partir do sentido e ordem espacial de uma imagem (reflexo do espelho) apresentará dificuldades em reproduzi-la, isso é explicado pois a região do cérebro responsável pela visão entra em “pane” com a região que processa a informação

levando ao aprendizado e aquisição das memórias informativas, assim cabe ao participante tentar desvendar através de uma prática constante sobrepujar a dificuldade de desenhar a estrela nesse módulo. É um aparato simples, mas repleto de informações a medida que a dificuldade empregada em tentar desenhar uma simples estrela através de um espelho passa a ser algo quase impossível num primeiro momento, mas que através da dinâmica e da prática pela própria natureza plástica do cérebro o participante começa a entender que os comandos cerebrais para a tarefa devem ser realizados contrários à indicação visual. O projeto artístico do objeto com os *renders* e algumas fotos dos usuários na tarefa do Estrela Espelho (figura 12).

Figura 12. Renders e fotos do módulo Estrela Espelho



Anexo 1- Survey de Alfabetização Científica Original

Table 1. Relation of all 95 assertions in the order they appeared in the questionnaire.

Assertion	Neuroscientists, %		
	Yes	No	D.K.
1. We use our brain 24 hours a day.			
2. The bigger the animal, the bigger its brain.			
3. The brain is the body organ that consumes the most oxygen.			
4. The volume of blood in the brain increases with physical effort.			
5. Communication between different parts of the brain happens through electrical impulses and chemical substances.			
6. Tobacco's nicotine has a direct effect on the brain.			
7. It is with the brain, and not with the heart, that we experience happiness, anger, or fear.			
8. Damaged portions of the human brain regenerate and get well again.			
9. To learn how to do something, it is necessary to pay attention to it.			
10. Memory is stored in the brain much like in a computer, that is, each remembrance goes in a tiny piece of the brain.			
11. The human brain stops growing at the end of adolescence.			
12. People who lost sight at an early age hear better than people with normal vision.			
13. Coma is a deep sleep state.			
14. <i>The mind is a product of the working of the brain.</i>			
15. In the eye, there are cells that identify each color that we see.			
16. Dogs have much better audition and olfaction than we do.			
17. The electroencephalogram gives a measure of the development of each brain region.			
18. Hard thinking about difficult problems leads the brain to fatigue, and we start making mistakes.			
19. Each small portion of the brain has a different function.			
20. Performance in activities such as playing the piano improves as a direct function of the number of hours spent practicing.			
21. The harder the mental calculation, the more brain cells necessary to solve it.			
22. Learning is due to modifications in the brain.			
23. Babies younger than 6 months can already recognize the mother's native tongue.			
24. In the brain, there are cells that recognize specific objects visually: hands, faces, soda cans, dice, toys.			
25. Sensation and Perception are two words with the same meaning: our experience of the world.			
26. Brain activity can be measured by the incorporation of radioactive molecules administered to the blood.			
27. <i>Knowing our brain we can understand better how our thoughts, our reasoning, and our memories work.</i>			
28. Depression can be caused by the lack of certain chemical substances in the brain.			
29. <i>If it were possible to transplant our brain to another body we would still be ourselves, albeit in a new body.</i>			
30. Brain activity can be studied through the oxygen consumption of specific brain areas.			
31. The brain itself is not sensitive to pain; this is why brain surgery can be performed under local anesthesia.			
32. In the majority of right-handed people, speech is a specialty of the left brain hemisphere.			
33. Memory is stored in a net of many cells scattered throughout the brain.			
34. Correcting strabismus has esthetic purposes only, since strabismus does not affect vision.			
35. The enhancement of the sense of touch in the blind is due to an increase in the number of receptors in the fingertips, and not to changes in the brain.			
36. One's environment can influence hormone production, and in turn, personality.			
37. Our brain has maps of the surface of the body and of the visual field.			
38. <i>"State of Mind" is a reflection of the brain state in a given moment.</i>			
39. The electrical activity of the brain of a dreaming person is similar to that of a waking person.			

Assertion	Neuroscientists, %		
	Yes	No	D.K.
40. All our actions are conscious and decided consciously.			
41. To imagine that you are practicing a sport, with no simultaneous actual physical exertion, improves your performance in that sport.			
42. Negative emotions such as fear, disgust, and anger are processed in the same brain region.			
43. The sensitivity of a body part can change according to its use.			
44. Any brain region can perform any function.			
45. Locomotion consists of a series of reflexes; this is why we can do other things and walk at the same time.			
46. <i>There is no single "real world"; each of us creates his own real world from the experience of the world.</i>			
47. The diversity of stimuli in the environment stimulates the production of brain cells.			
48. In our daily life, it is necessary to coordinate the entire brain, every small region working at the same time.			
49. Varied sensory experience is necessary to the normal maturation of the brain functions.			
50. Dreaming is important to learning because during this sleep phase we consolidate what we learn.			
51. Keeping a phone number in memory until it's dialed, remembering recent events, and recalling distant experiences are different abilities of a single memory system.			
52. Dreaming occurs any time during sleep.			
53. When we sleep, the brain enters into rest.			
54. Emotions disturb reasoning and decision processes; when making tough decisions, better let the emotions cool off.			
55. When a brain region is damaged and dies, other parts of the brain can take up its function.			
56. Normal embryonic development of the human brain involves birth but also death of brain cells.			
57. <i>The brain works like a computer, that is, with data collection, processing, and exit of decisions.</i>			
58. Each taste, such as chocolate or banana, is identified in the mouth independently of the other senses.			
59. An olfactory cell can identify thousands of different odors.			
60. All body parts are equally sensitive.			
61. Motor coordination works independently of the sense of touch.			
62. <i>If there are means of studying brain activity, the mind can be studied through them.</i>			
63. Personality depends on genetic factors but also on memory, that is, on the capacity of remembering what we've already been through.			
64. The brain has areas specialized at certain functions, such as mathematics; the development of these brain areas can be identified through the shape of the skull.			
65. <i>Without a brain, consciousness is not possible.</i>			
66. The bigger the brain, the more intelligent the animal.			
67. The passage of time is perceived with the senses.			
68. We usually utilize only 10% of our brain.			
69. An epileptic crisis results from the temporary silencing of a brain area; this is why epileptics lose consciousness during a crisis.			
70. When imagining an object, we use the same brain areas activated when seeing it.			
71. Language is inborn; even if raised in solitary, human beings will speak.			
72. Being right- or left-handed is a matter of being, respectively, left or right brain hemisphere dominant.			
73. Body function regulation through hunger, thirst, and temperature control are functions of a certain brain area.			
74. Damaged portions of a newt's brain regenerate and get well again.			
75. Learning is due to the addition of new cells to the brain.			
76. In the blind, Braille reading activates brain regions left unused by the absence of vision.			

(continued)

Table 1. Continued

Assertion	Neuroscientists, %		
	Yes	No	D.K.
77. Drugs such as cocaine are addictive and affect the mind because they alter the chemical balance of the brain.			
78. Hormones influence the body's internal state control, but not personality.			
79. In the brain, there are cells that identify each color that we see.			
80. We are more sensitive in the hands than in the arms because, of the two, the hands possess more receptors.			
81. Magnetic resonance imaging unveils the anatomy of the brain, but not its working.			
82. Mental effort raises oxygen consumption by the brain.			
83. <i>One day it will be possible to use a machine to read other people's thoughts.</i>			
84. The bigger the animal, the more intelligent it is.			
85. Mental effort raises blood volume in the brain.			
86. Brain activity is completely dependent on the external environment: when the senses are not stimulated, we don't see, hear, or feel anything.			
87. All mammals are capable of dreaming.			
88. Sections of the spinal cord can already be repaired.			
89. Diseases such as Parkinson's or Alzheimer's are due to cell death in some brain areas.			
90. Madness and dementia result from brain disturbances.			
91. Cognitive abilities such as intelligence are hereditary and not modifiable with the environment or life experience.			
92. <i>With more knowledge about our brain, we can improve our quality of life.</i>			
93. Learning occurs through the modification of the brain's nervous connections.			
94. <i>Intuition is a "special sense" that cannot be explained by the brain.</i>			
95. <i>The mind is the result of the action of the spirit, or of the soul, on the brain.</i>			

Assertions were not numbered in the printed version of the questionnaire but are numbered here to ease presentation. The 12 "subjective" assertions are shown in italics; the remaining are the 83 "objective" assertions, and of these, the 56 assertions that at least 70% of neuroscientists agreed upon an answer are indicated in bold. The columns on the right indicate the percentage of neuroscientists who responded yes, no, or I don't know (d.k.) to each assertion.

