

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ
HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E DAS TÉCNICAS E EPISTEMOLOGIA - HCTE

LUCIANO BICCHIERI MEDEIROS

**O IMPACTO COGNITIVO E EMOCIONAL DA LEITURA DE HISTÓRIA EM
QUADRINHOS: UMA ABORDAGEM NEUROCIENTÍFICA E EVOLUTIVA**

Rio de Janeiro

2019

LUCIANO BICCHIERI MEDEIROS

Título: O impacto cognitivo e emocional da leitura de história em quadrinhos: uma abordagem evolutiva e neurocientífica.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia

Orientador: José Otávio Pompeu e Silva, PhD, UFRJ

Rio de Janeiro

2019

CIP - Catalogação na Publicação

BB583i Bicchieri Medeiros, Luciano
 O Impacto Cognitivo e Emocional da Leitura de
História em Quadrinhos: uma abordagem neurocientífica
e evolutiva / Luciano Bicchieri Medeiros. -- Rio
de Janeiro, 2019.
 94 f.

 Orientador: José Otávio Pompeu e Silva.
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio
de Janeiro, Decania do Centro de Ciências
Matemáticas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação
em História das Ciências e das Técnicas e
Epistemologia, 2019.

 1. Evolução Humana. 2. Neurociência. 3. História
em quadrinhos. 4. Emoção. 5. Cognição. I. Pompeu e
Silva, José Otávio , orient. II. Título.

LUCIANO BICCHIERI MEDEIROS

O IMPACTO COGNITIVO E EMOCIONAL DA LEITURA DE HISTÓRIAS EM
QUADRINHOS: UMA ABORDAGEM NEUROCIENTÍFICA E EVOLUTIVA

Tese submetida ao corpo docente do Programa de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia.

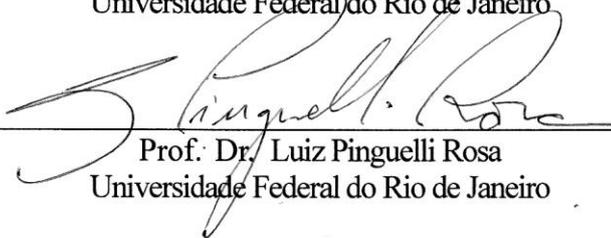
Aprovada em: 12 de dezembro de 2019



Prof. Dr. José Otávio Pompeu e Silva
Universidade Federal do Rio de Janeiro



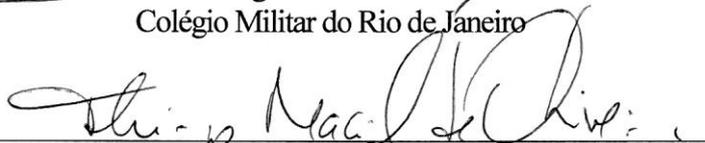
Prof. Dr. Carlos Benevenuto Guisard Koehler
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Luiz Pinguelli Rosa
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Jorge Cláudio Bastos da Silva
Colégio Militar do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Thiago Maciel de Oliveira
Colégio Militar do Rio de Janeiro

Dedico, com amor, esta tese à minha esposa Silvana e aos meus filhos Giovana e Matheus, que são meus combustíveis pra seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tornar tudo possível.

À minha esposa Silvana, pela cumplicidade, companheirismo e amor devotados TODOS os dias e por estar sempre ao meu lado percorrendo caminhos, muitas vezes difíceis de seguir!

Às minhas obras-primas, meus filhos Giovana e Matheus, por me lembrarem a todo instante que TUDO vale a pena.

Aos meus pais, Virgilina e Flávio, por me mostrarem onde ficava o “norte”, e por conduzirem a minha vida e educação sempre pautadas pelos livros, mas sem me deixar esquecer que existe um mundo lá fora!

Ao meu irmão Eduardo, eterno amigo e companheiro, por vencer a barreira do espaço-tempo e conseguir estar sempre ao meu lado, mesmo à distância!

À minha família, pela eterna torcida!!

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. José Otávio Pompeu e Silva, por acreditar em mim e por fazer a pergunta certa, na hora certa: “do que você gosta?”. Isso fez nascer esta tese! Obrigado pela coragem de embarcar nessa aventura comigo!

À toda equipe do laboratório do Prof. José Otávio, em especial à Ana Clara Monteiro, ao Igor Monteiro, à Paula Macedo e ao Rodrigo Felicidade, pela incrível e incansável força nas tarefas árduas para tornar possível esta pesquisa, meus queridos geniozinhos!

A todos os alunos do curso de Mapas, pela generosidade na participação dos testes, sem os quais esta pesquisa não existiria!

A todo o corpo docente do HCTE – UFRJ, por me apresentar a um mundo de conhecimentos, iluminando meu caminho pessoal e profissional.

A todos os profissionais de histórias em quadrinhos, por preencherem minha vida com aventuras inesquecíveis!

Excelsior!

Stan Lee (1922-2018)

RESUMO

Este trabalho sugere que a evolução anatômica e fisiológica do cérebro humano, através do surgimento de uma nova vascularização responsável pelo aumento de seu volume, foi o passo decisivo para a manifestação das habilidades da imaginação e da criatividade, como singularidades próprias da espécie. Além disso, observa que a sequência de imagens, estabelecida na história humana, desde a arte parietal até as tirinhas de história em quadrinhos, seja uma evidência para tal relação evolutiva. E para demonstrar tal observação, buscou-se uma tecnologia de rastreamento de dados fisiológicos, através da Atividade Eletrodérmica (EDA), que consegue captar o nível de atenção, o batimento cardíaco, a pressão sanguínea, a temperatura e o grau de movimento do corpo, combinando atividades cognitivas e emocionais, durante a execução de tarefas específicas. A tecnologia usada foi o Sensor E4 Wristband[®], para obter os dados fisiológicos e uma câmera de vídeo para captar imagens das microexpressões faciais que pudessem revelar as emoções dos participantes, durante os testes. A tarefa sugerida foi a leitura de texto em prosa e, posteriormente, a leitura do mesmo trecho em quadrinhos.

Palavras-chave: Atividade Eletrodérmica, Microexpressões, Histórias em Quadrinhos, Emoção, Cognição, Evolução Humana

ABSTRACT

This work suggests that the evolution of anatomy and physiology of human brain, by the emergence of a new vascularization responsible for the increase of its volume, was the first step for the imagination and the creativity in human species. Besides that, this research observes that the image sequency, well-established in human history, since parietal art until comics, be an evidence for that evolutive relationship. Tracking technology for physiological data was used through Electrodermal Activity (EDA), who is able to pick up attention level, heart beat, blood pressure, temperature and body movements, matching cognitive and emotional activities, during specific tasks. The technology used was the E4 Wristband[®] Sensor for the physiological data and a video camera for faces microexpressions that could reveal any emotion during a reading task of a text and the same patch in comics.

Keywords: Electrodermal Activity, Microexpressions, Comics, Emotion, Cognition, Human Evolution

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Áreas cerebrais humanas	23
Figura 2 - Visão lateral de lobos frontais: (A) chimpanzé, (B) orangotango, (C) gorila e (D) homem.	26
Figura 3 - Visão occipital do sistema de seios venosos em (A) humanos modernos e (B) australopitecinos.	27
Figura 4 – Veias emissárias (FALK, 1991).	29
Figura 5 - Escultura de leão (aproximadamente 36.000 a. C.), Caverna de Vogleherd, Alemanha, 1931.	32
Figura 6 - Vênus de Willendorf (23.000 a. C.), Áustria, 1908.	33
Figura 7 - Ilustração sobre manufatura de ferramentas (21.000 – 17.000 a. C.).	33
Figura 8 - Cavalos pré-históricos (32.900 – 30.000), Caverna de Chauvet, França.	34
Figura 9 - Imagens entópticas da arte !Kung San, Kalahari, África.	37
Figura 10 - Decomposição de imagens (AZEMÁ, 2008).	40
Figura 11 - Piteco por Shiko, 2013.	44
Figura 12 - Asterix, por Goscinny & Uderzo.	44
Figura 13 - Tapeçaria de Bayeux.	45
Figura 14 - Códices Mexicanos.	46
Figura 15 - Coluna de Trajano. Roma. Foto: Marcelo Albuquerque, 2015.	46
Figura 16 - Bíblia pauperum. 1420 – 1470.	46
Figura 17 - M. VIEUX-BOIS. Rudolph Töpffer, 1827.	48
Figura 18 - The Yellow Kid. Richard Oucault, 1895.	49
Figura 19 - Os Sobrinhos do Capitão. Rudolph Dirks, 1897.	49
Figura 20 - <i>Príncipe Valente</i> . Hal Foster, 1937.	50
Figura 21 - <i>Flash Gordon</i> . Alex Raymond, 1934.	51
Figura 22 - <i>Vida e Morte de Gerhard Shnobble</i> . Will Eisner, 1948.	53
Figura 23 - <i>Um Contrato com Deus</i> . Will Eisner, 1978.	54
Figura 24 - <i>Transições Quadro-a-quadro</i> . Scott McCloud, 2005.	57
Figura 25 - <i>Sinfest</i> . Ishida, 2008.	59
Figura 26 - <i>Revista Superman #212</i> . Jim Lee, 1987.	59
Figura 27 - <i>Scooby Apocalypse Vol.1</i> , Giffen, DeMatteis, Porter, 2018.	60
Figura 28 - Plexo Venoso.	61
Figura 29 - Visão esquemática do Plexo Venoso na coluna vertebral.	62
Figura 30 - Liebeg, G.A., & Rohé, G.H. <i>Practical electricity in medicine and surgery</i> – Philadelphia. F.A. Davis, 1890.	65
Figura 31 - <i>Une leçon clinique à La Salpêtrière</i> , por André Bouillet, 1887.	67
Figura 32 - <i>William Moulton Marston</i>	68
Figura 33 - <i>Neurônio Pré-ganglionar x Neurônio Pós-ganglionar</i>	70
Figura 34 - <i>Glândula Sudorípara</i> . Kierszenbaum, A. L.	72
Figura 35 - <i>Camadas da pele</i> . Tortora e Nielsen, 2013.	73
Figura 36 - Sistema Límbico.	74
Figura 37 - <i>O sistema límbico</i>	75
Figura 38 - <i>Córtex Pré-frontal Dorsolateral</i>	77
Figura 39 - <i>Amígdala</i>	77
Figura 40 - <i>Corpo Estriado Ventral</i>	78
Figura 41 – Livro texto Guerra Civil ; História em quadrinhos Guerra Civil.	80
Figura 42 - Sensor E4 wirstband®.	81
Figura 43 – Texto em prosa.	82

Figura 44 – Quadrinho de referência	82
Figura 45 - Dados fisiológicos (Voluntário 07).	84
Figura 46 - Dados fisiológicos (Voluntário 08)	84
Figura 47 - Dados fisiológicos (Voluntário 09)	84

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
	2.1 AS PRIMEIRAS MARCAS DA “SAPIENIZAÇÃO”	14
	2.2 O QUE NOS FAZ HUMANOS?	16
	2.3 PALEONEUROLOGIA	24
	2.4 PARENTESCO MOLECULAR	29
	2.5 A ARTE DO PALEOLÍTICO SUPERIOR.....	31
	2.6 A MAGIA ANCESTRAL	36
	2.7 A ABORDAGEM ETOLÓGICA.....	39
	2.8 A ABORDAGEM NEUROFISIOLÓGICA.....	42
	2.9 DAS PAREDES AOS QUADRINHOS: A EVOLUÇÃO DA NARRATIVA GRÁFICA.....	43
	2.10 A NEUROBIOLOGIA DA ARTE SEQUENCIAL: NARRATIVA GRAMATICAL E NARRATIVA VISUAL.....	55
	2.11 O “HOMO SAPIENS EMOTIOALIS”.....	61
	2.12 ATIVIDADE ELETRODÉRMICA	63
	2.11.2 Histórico.....	63
	2.12.2 Princípios Fisiológicos do Fenômeno Eletrodérmico.....	69
	2.12.2.1 O Sistema Nervoso Autônomo na Atividade Eletrodérmica	70
	2.13 MICROEXPRESSÕES E O ESTUDO DAS EMOÇÕES	73
3	OBJETIVOS	79
4	METODOLOGIA.....	80
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	83
6	CONCLUSÃO.....	86
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

1 INTRODUÇÃO

A paixão pelas histórias em quadrinhos aconteceu na minha vida da maneira mais simples e lógica: lendo quadrinhos! A atração pela imagem que se misturava com a narrativa, dando uma noção de movimento, foram os ingredientes principais que motivaram a necessidade de continuar lendo histórias em quadrinhos e, mais tarde, desenvolver uma pesquisa sobre o tema. Um pequeno olhar para um passado não muito distante foi o suficiente para resgatar uma memória de personagens e cenários incríveis, e histórias fantásticas. E o olhar para um passado mais remoto despertou o interesse de conhecer e estudar os antepassados da espécie humana, na sua maneira de representar o seu mundo, nas paredes das cavernas. E, mais adiante, aconteceu a necessidade de aplicar todo o conhecimento adquirido na investigação da emoção e da cognição alcançadas na leitura das narrativas gráficas.

A arte de desenhar acompanha a espécie humana há milhões de anos. A partir do momento em que o homem exibe um *design* cerebral que o favorece a abstrações, e a relações visuais complexas, ele se revela pronto para representar, graficamente, o mundo que o cerca. Nesse momento da história, o cérebro humano já exibe atributos mentais envolvidos na capacidade de criação, tais como: (1) a produção de uma imagem visual que envolve o planejamento e a execução de um molde mental preconcebido; (2) a comunicação intencional com referência a um evento ou objeto não presente; e (3) a atribuição de um significado a uma imagem visual (MITHEN, 2002). Do ponto de vista estético e, ao mesmo tempo, cognitivo, o grande salto se deu quando as imagens ganharam “vida”, através de suas sequências, gravadas nas paredes das cavernas. E, das cavernas para as revistas em quadrinhos, foi só uma questão de tempo! A arte sequencial, representada nos quadrinhos, é uma evolução da arte originária no ambiente rupestre.

Segundo Vergueiro (2006), o quadrinho constitui a representação, por meio de uma imagem fixa de um instante específico, ou de uma sequência interligada de instantes, que são essenciais para a compreensão de uma determinada ação ou de um acontecimento.

O fascínio pelo traço, a fluidez da linguagem e a possibilidade de assumir a “vida” dos personagens, através de suas aventuras e experiências – atributos típicos das histórias em quadrinhos –, foram a “energia de ativação” que motivou a pesquisa proposta e apresentada nesta Tese. Além disso, procurou-se rastrear e investigar o impacto provocado pela leitura das histórias em quadrinhos na cognição e na emoção, assim como buscar uma relação entre as apomorfias (novidades evolutivas), na forma de novas vascularizações que surgiram no cérebro humano moderno e que permaneceram como assinaturas biológicas, marcadas nos moldes fossilizados, e as

habilidades específicas da criatividade e da imaginação. E para atingir tais objetivos, foram usados dispositivos de monitoramento de dados fisiológicos para capturar os registros corporais que sinalizassem a emoção e a atenção, durante uma tarefa de leitura que envolvia texto em prosa e história em quadrinhos. Esta pesquisa tem como hipótese que o homem que fazia arte seqüencial há dezenas de milhares de anos é neuroevolutivamente o mesmo que criou as histórias em quadrinhos atuais.

O teor histórico desta pesquisa reside na análise da evolução da narrativa gráfica através dos tempos, observando as marcas nas cavernas, nas colunas, tapeçarias, até chegar nos quadrinhos propriamente dito. Além disso, houve a necessidade de estudar a evolução biológica do cérebro do *Homo sapiens sapiens* que registrou as primeiras imagens, já exibindo realismo e sofisticação estética desde então. Outro aspecto histórico estudado nesta pesquisa foi a evolução técnica e tecnológica dos métodos de investigação e monitoramento dos dados fisiológicos.

Escrever sobre histórias em quadrinhos foi a oportunidade de resgate, de reencontro com uma infância repleta de desafios e aventuras guardadas no imaginário, até então esquecido pelas exigências cotidianas. Sendo assim, esta pesquisa também pode sugerir tal prática de leitura para reabilitar, aprimorar e desenvolver habilidades cognitivas e emocionais em diversos “campos de força” como: neurociência, linguagem, terapias cognitivas e aprendizagem.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AS PRIMEIRAS MARCAS DA “SAPIENIZAÇÃO”

Desde os primórdios, o ser humano revela a necessidade de produzir ou reproduzir imagens de seu mundo. Sendo assim, a história gráfica dos acontecimentos já se consolidou na realidade do homem. Essa história remonta o período conhecido como *Revolução Criativa do Paleolítico Superior*, que ocorreu entre 40 a 10 mil anos atrás. Nesse momento, o homem começa a demonstrar uma certa sofisticação estética, revelada na arte rupestre, que representava desde situações cotidianas até pinturas que poderiam significar algo para além das artes, como ritos de magia que propiciariam melhores caçadas ou aplacariam a fúria vingativa das vítimas, como acreditava o explorador francês do século XIX, Henri Breuil (1877-1961) (LEAKEY, 1997). Provavelmente, a primeira abstração humana foi um traço sobre a areia ou sobre a lama, feito com a ponta de um galho ou até mesmo com os dedos, criando um mundo em miniatura (MOYA, 1970, p.116). Numa tentativa de aprisionar o momento, o homem pré-histórico, por meio da pintura e da escultura, procurou traçar um registro de sua percepção do mundo. Aquilo que o cercava foi transformado em informação mais complexa e subjetiva – mas ao mesmo tempo precisa – para as gerações seguintes (VERGUEIRO & RAMOS, 2009).

Os traçados e as modelagens executados pelos homens primitivos, teriam sido os indícios dos primeiros signos que ocasionariam, posteriormente, estudos interpretativos da inteligência emergente no mundo pré-histórico. Frente aos perigos de um meio hostil, o homem descobria a sua capacidade criadora através da imagem, não só comunicando, mas produzindo cultura. É possível acreditar que, destes primeiros artistas que exercitavam, de maneira lúdica, as próprias mãos, as quais aparecem muitas vezes superpostas aos desenhos das cavernas, nasceram as primeiras sequências de imagens, que permitiram aos antropólogos maior conhecimento das culturas primitivas, pela sua iconografia (RAHDE, 1996).

Ao olhar para trás na história, para além da origem da escrita há, aproximadamente, 6.000 anos, pode-se rastrear indícios da mente humana moderna em funcionamento. Entende-se *Homo sapiens* moderno como humanos com uma propensão à tecnologia e à inovação, com uma capacidade de expressão artística, uma consciência introspectiva e um senso de moralidade, ou seja, com características muito próximas das encontradas na espécie humana atual. Começando há cerca de 10.000 anos, bandos nômades de caçadores-coletores em todo o mundo inventaram de forma independente várias técnicas de agricultura. Isto foi conduzido pela evolução cultural ou tecnológica, e não uma consequência da mudança biológica. O mundo estava testemunhando o que

Gordon Childe batizou de “revolução neolítica” (CHILDE, 1973), uma revolução econômica e científica que transformou seus participantes de parasitas em sócios ativos da natureza, com a transição de uma *economia coletora (selvagem)*, do Paleolítico, para uma *economia produtora (bárbara)*, do Neolítico. A crise climática no final do Pleistoceno (10.000 a. C.) constituiu a oportunidade para essa revolução. O derretimento dos lençóis de neve do norte transformou tanto as estepes e tundras da Europa em selvas temperadas como as planícies ao sul do Mediterrâneo e da Ásia Menor em desertos interrompidos por oásis. O passo decisivo foi plantar sementes (que antes eram apenas coletadas!) num terreno próprio, e cultivar a terra semeada, limpando-a de ervas daninhas e executando outras operações. Uma sociedade que agia assim produzia alimentos de forma ativa, aumentando portanto seus víveres. Potencialmente podia aumentá-los para manter a população que crescia (CHILDE, 1973).

Voltando para além daquele tempo de transformações sociais e econômicas encontram-se pinturas, gravações em pedras e esculturas da Europa da Idade do Gelo e da África, que evocam mundos mentais de indivíduos como os de hoje. Entretanto, ao voltar para mais além – para além dos 35 mil anos atrás – estes sinais de mente humana moderna desaparecem. Não se pode ver mais no registro arqueológico indícios convincentes de trabalho de pessoas com capacidades mentais iguais às do homem atual (LEAKEY, 1997).

Um dos modelos que procura construir um padrão evolutivo que descreve a emergência do comportamento humano moderno é conhecido como *hipótese da evolução multirregional*, que vê a origem dos humanos modernos como um fenômeno que abrange todo o Velho Mundo (LEAKEY, 1997). Seguindo este modelo, observa-se uma possível explicação para a explosão esporádica da criatividade, que produziu uma mudança duradoura no comportamento humano: a hipótese de que não foi um único indivíduo criativo, mas uma grande densidade populacional, que através de contatos entre os grupos, acelerou a propagação de idéias inovadoras de uma mente para outra, criando uma espécie de cérebro coletivo. O surgimento dos símbolos poderia ter ajudado a unir essas mentes coletivas (WALTER, 2015).

Outra forma de discorrer sobre este tema é analisando o processo criativo. Liane Gabora (2013) argumenta que a explosão de criatividade no Paleolítico Superior está na hipótese do *Foco Contextual*: a capacidade de focar ou desfocar atenção em resposta a uma situação ou estímulo, compartilhando tanto o pensamento analítico quanto o associativo. Segundo a autora, as novas ideias surgem em um estado desfocado da atenção no qual o indivíduo está receptivo a uma variedade de elementos de uma mesma situação, que, em seguida, são refinados, a partir de um estado focado, no qual os aspectos irrelevantes são filtrados, só restando o que realmente interessa, que, por sua vez, é analisado e associado a elementos evocados pela memória. Tal hipótese sugere

que a criatividade é a capacidade de transitar entre a análise e a associação dos fatos. O foco contextual não é uma questão de aumento de memória, mas sim de um *uso* mais sofisticado da memória. Em resumo, de acordo com esta hipótese, a capacidade de exibir um foco contextual é o que distingue a mente do homem moderno, e parece ser a razão para a revolução cultural do Paleolítico Superior (GABORA, 2013).

2.2 O QUE NOS FAZ HUMANOS?

A cladística é o estudo evolutivo dos grupos monofiléticos (clados) dos organismos, ou seja, é a busca de um ancestral comum para as espécies de seres vivos. Sendo assim, o estudo da evolução humana é um estudo cladístico, pois analisa a composição do clado humano e seus graus de parentesco. O clado da espécie humana contém todas as espécies que mais se relacionavam, do ponto de vista anatômico, fisiológico, molecular, genético, com os humanos modernos do que com qualquer outro primata vivo (WOOD & RICHMOND, 2000).

Quando Carolus Linneaus (1707-1778) classificou a ordem *Primata*, ele trabalhou apenas com algumas poucas categorias taxonômicas; e para expressar a proximidade da estrutura corporal evidente entre humanos e os grande símios, ele os inseriu todos no gênero *Homo*. Entretanto, por volta da metade do século XIX, os cientistas começaram a concordar que humanos, orangotangos, chimpanzés e gorilas deveriam estar separados em gêneros individuais. Nessa nova estrutura taxonômica, o *Homo sapiens* se estabeleceu como a única espécie do seu gênero. Porém, com a descoberta do primeiro fóssil de *Neanderthal* em 1856, o anatomista William King o classificou numa espécie própria – o *Homo neanderthalensis*. A o final do século XIX, o anatomista Eugene Dubois anunciou a descoberta da calota craniana e do fêmur de um hominídeo, classificado então como *Pithecanthropus erectus* (TATTERSALL & SCHWARTZ, 2009).

A primeira metade do século XX testemunhou uma nova explosão de espécies hominídeas. A grande proliferação de nomes para as novas espécies levou o ornitologista Ernst Mayr (1904-2005) a propor uma revisão radical da taxonomia hominídea, na qual ele reduziu todo o registro fóssil hominídeo em três espécies: *Homo transvaalensis* (hoje classificado como *Australopithecus*), *H. sapiens* (incluindo os Neanderthais e os humanos modernos) e o *H. erectus* (TATTERSALL, 1986). Em 1964, Richard Leakey e colaboradores propuseram o nome *Homo habilis* para os indivíduos que já fabricavam ferramentas há 1,8 milhão de anos. Ao longo da segunda metade do século XX, o registro fóssil revelou uma grande variedade de espécies do gênero *Homo* e o padrão hominídeo tem sido diversificado desde então (TATTERSALL & SCHWARTZ, 2009).

O Homem Moderno (*Homo sapiens sapiens*) pertence a um grande grupo de seres vivos dentro do qual compartilha várias características, que vão desde a pluricelularidade até o metabolismo energético e a maneira pela qual obtém alimento. Porém, ele se destaca nesse grupo, por apresentar alguns atributos que o fazem único no ambiente. Para encontrar o seu lugar na natureza, o Homem Moderno percorre um longo percurso, numa escala evolutiva, onde é profundamente estudado e classificado de acordo com suas características específicas. E para situar o ser humano e sua evolução, deve-se, logo de início, localizá-lo no espectro geral das espécies animais. Sendo assim, a classificação do *Homo sapiens sapiens* segue o seguinte roteiro: **Reino Animalia**, onde estão localizados todos os animais; **Filo Chordata**, ocupado pelos animais que possuem estruturas de feixes nervosos que percorrem longitudinalmente o corpo do animal na porção dorsal. Possuem estrutura de sustentação como a notocorda e a coluna vertebral; **Subfilo Vertebrata**: animais com estruturas de feixes nervosos e estrutura interna óssea ou cartilaginosa; **Superclasse Tetrapode**: animais vertebrados com quatro membros; **Classe Mammalia**: vertebrados, mamíferos, ou seja, com sangue quente, pêlos, que carregam crias vivíparas e as amamentam. Possuem córtex cerebral com seis camadas; **Subclasse Theria**: mamíferos que geram fetos; **Infraclasse Eutheria**: mamíferos que geram fetos e possuem úteros com placentas extensas; **Ordem Primates** que inclui primatas de todos os grupos, incluindo prossímios, macacos, símios e o homem; **Subordem (Classificação 1) Haplorhine**, contendo tásios, macacos, símios e homens; **Subordem (Classificação 2) Anthrooidea**, com todos os primatas antropóides (exceto os tásios, que são prossímios), macacos do Novo e do Velho Mundo, símios e humanos; **Infraordem Catarrhine**, com macacos do Velho Mundo, de nariz estreito, sem focinho, símios e humanos; **Superfamília Hominoidea**, incluindo apenas os símios e os humanos: gibões, grandes símios africanos (gorila, chimpanzé, bonobo), pongídeos (orangotango), hominíneos (*Australopithecus*, *Paranthropus*, etc.) e hominíneos humanos (*Homo erectus*, *Homo sapiens neanderthalensis*, *Homo sapiens sapiens*); **Família Homininae**, incluindo todos os primatas hominíneos (os não humanos, como o *Sahelanthropus tchadensis*, os *Paranthropus*, os australopitecinos e os hominíneos humanos, como o *Homo habilis*, o *Homo erectus*, o *Homo sapiens neanderthalensis* e o *Homo sapiens sapiens*); **Gênero Homo**: todas as espécies do gênero *Homo* extintas (*Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo heidelbergensis*, *Homo sapiens neanderthalensis*) e os humanos atuais (*Homo sapiens sapiens*); **Espécie Homo sapiens sapiens**, incluindo apenas o humanos atuais. A classificação taxonômica do Homem Moderno o faz único no ambiente atual.

O termo *sapienização* é utilizado em paleoantropologia para descrever o processo em que o *Homo sapiens* teria se originado como espécie a partir de hominíneos do gênero *Homo*, classificados como pré-*sapiens* ou *Homo sapiens* arcaico (SCHEPARTZ, 1993).

De acordo com Dalgarrondo (2011), o processo de sapienização ocorreu em quatro grandes dimensões: 1) sapienização como aquisição de linguagem articulada e simbolização complexa; 2) sapienização como produto de mudanças genéticas e o surgimento de um cérebro desenvolvido e propiciador de novos padrões de comportamento e cognição; 3) sapienização como desenvolvimento de uma vida social complexa e formas particulares de sociabilidade (CHILDE, 1973); e 4) sapienização como a criação de ferramentas e tecnologias para garantir a sobrevivência.

Numa visão mais generalizada, o homem é a última grande espécie a surgir, e a pré-história acompanha a sobrevivência e a multiplicação dessa espécie através do aperfeiçoamento de equipamentos artificiais (ferramentas) e que são transferidos, para assegurar às sociedades humanas a adaptação ao meio. Através de seu equipamento o homem adapta-se ao meio ou mesmo ajusta o meio às suas necessidades. O equipamento humano, porém, difere significativamente dos recursos utilizados pelos outros animais, que os transportam em si mesmo, como parte do corpo – patas para cavar, dentes e garras para destroçar uma presa. O homem não dispõe desses equipamentos, que foram substituídos por instrumentos não-corporais fabricados, utilizados e desprezados segundo suas conveniências. Contudo, há uma base fisiológica corporal para o equipamento humano: mãos e cérebro. Dispensadas do trabalho de transportar o corpo, as patas dianteiras transformaram-se em instrumentos delicados, capazes de uma surpreendente variedade de movimentos sutis e precisos. Para controlá-los e colocá-los em relação com as impressões recebidas de fora pelos olhos e outros órgãos dos sentidos, o homem passa a possuir um sistema nervoso sofisticado e um cérebro humano grande e complexo, que se desenvolve cada vez mais de uma espécie humana para outra (CHILDE, 1973).

As pressões evolutivas implicadas pelo ambiente produziram transformações na estrutura anatômica humana com conseqüências drasticamente marcantes para o sistema nervoso e toda sua malha neural. A necessidade do bipedalismo trouxe benefícios e desvantagens muito peculiares para o gênero *Homo*. Ficar ereto significa esquadrihar melhor a savana em busca de alimentos ou de inimigos, e os braços, agora desnecessários para a locomoção, são liberados para outros propósitos. Quanto mais coisas essas mãos eram capazes de fazer, mais sucesso tinham os indivíduos, de modo que tal pressão evolutiva trouxe uma concentração cada vez maior de nervos e músculos bem ajustados nas palmas e nos dedos. Mas para caminhar com a coluna ereta, a humanidade pagou seu preço, principalmente as mulheres. Enquanto que o esqueleto dos ancestrais primatas do homem se desenvolveu durante milhões de anos para sustentar uma criatura que andava de quatro e tinha uma cabeça relativamente pequena, o esqueleto humano ereto precisou sustentar um crânio extraordinariamente grande, e, ainda, exigiu quadris mais estreitos, constringindo o canal do parto – e justamente quando a cabeça dos bebês se tornava cada vez maior. A morte durante o parto se

tornou uma grande preocupação para as fêmeas humanas. As mulheres que davam à luz mais cedo, quando o cérebro e a cabeça do bebê ainda eram relativamente pequenos e maleáveis, sobreviviam para ter mais filhos. Em consequência, a seleção natural favoreceu nascimentos precoces. Em comparação com outros animais, os humanos nascem prematuramente, quando seus sistemas vitais ainda estão subdesenvolvidos. Um potro pode trotar logo após o nascimento; a girafa, ao nascer, cai de uma altura de, aproximadamente, de dois metros e, em seguida, fica de pé. Os bebês humanos são indefesos e durante muitos anos dependem dos pais velhos para sustento, proteção e educação. Apesar de tudo isso, o cuidado parental permitiu que os humanos passassem por uma evolução social, que contribuiu para a criação de laços fortes entre os indivíduos do grupo, e para desenvolver tais características sociais era necessário um cérebro mais sofisticado (DALGALARRONDO, 2011; HARARI, 2016).

Nesse sentido, o livro *A Escalada do Homem*, de Jacob Bronowski, de 1973, descreve o extenso período de tempo no qual os seres humanos mais jovens dependem dos adultos e exibem intensa plasticidade, ou seja, a capacidade de adquirir conhecimento a partir do seu ambiente e de sua cultura. A maior parte dos organismos terrestres depende de sua informação genética que é “preestabelecida” no sistema nervoso em intensidade muito maior do que a informação extragenética, que é adquirida durante toda a vida. No caso dos seres humanos, e na verdade no caso de todos os mamíferos, ocorre exatamente o oposto. Embora seu comportamento seja ainda bastante controlado pela herança genética, os seres humanos, através de seu cérebro, têm uma oportunidade muito mais rica de trilhar novos caminhos comportamentais e culturais em pequena escala de tempo. Os humanos fizeram uma espécie de barganha com a natureza: seus filhos seriam difíceis de criar, mas, em compensação, sua capacidade de adquirir novo aprendizado aumentaria sobremaneira as probabilidades de sobrevivência da espécie. Além disso, os seres humanos descobriram nos últimos milênios de sua existência não apenas o conhecimento extragenético, mas também o extrassomático: informação armazenada fora de seus corpos, da qual a escrita é o exemplo mais notável (SAGAN, 1980). Aqui pode-se entender “escrita” como uma modalidade plástica que, inclusive, admite toda forma de traço ou registro.

Durante a evolução da tradição social humana, a necessidade do cuidado parental permitiu o desenvolvimento dos primeiros processos de aprendizagem. O aprendizado exibe uma correlação física, ou seja, o acúmulo de impressões e a fixação de conexões entre os vários centros nervosos do cérebro, que nesse período continuava crescendo. Além da aprendizagem, para a própria sobrevivência, os primeiros humanos desenvolveram os processos de ensino de suas habilidades, que eram passados adiante. A tradição social humana é única: o homem de hoje é o herdeiro teórico

de todas as idades e recebe a experiência acumulada por todos os seus antecessores (CHILDE, 1973).

Os humanos têm um cérebro extraordinariamente grande em comparação com o de outros animais. O fato é que um cérebro gigante é extremamente custoso para o corpo. No *Homo sapiens*, o cérebro equivale a 2 ou 3% do peso corporal, mas consome 25% da energia do corpo quando este está em repouso. Em comparação, o cérebro de outros primatas requer apenas 8% de energia em repouso. Os humanos arcaicos pagaram por seu cérebro grande de duas maneiras. Em primeiro lugar, passaram mais tempo em busca de comida. Em segundo lugar, seus músculos atrofiaram: os humanos desviaram energia do bíceps para os neurônios. Outro traço marcante que contribuiu para o desenvolvimento cerebral do *Homo sapiens* foi o hábito de cozinhar. Algumas hipóteses sugerem que existe uma relação direta entre o cozimento dos alimentos, o encurtamento do trato intestinal e o crescimento do cérebro humano. Considerando que tanto um intestino longo quanto um cérebro grande consomem muita energia, é difícil ter os dois ao mesmo tempo. Ao encurtar o intestino e reduzir seu consumo de energia, o hábito de cozinhar inadvertidamente abriu caminho para o cérebro enorme dos *neanderthais* e dos *sapiens* (GIBBONS, 2007).

Segundo Dalgarrondo (2011), uma das características mais marcantes e diferenciais da espécie humana aconteceu no cérebro, com o surgimento do neocórtex e suas áreas associativas. A versatilidade e a flexibilidade cognitiva e comportamental da espécie humana relacionam-se intimamente com a grande expansão dessas áreas corticais, que não servem especificamente para nenhuma função sensório-motora, mas “inespecificamente” para uma tarefa talvez mais relevante: integrar de forma complexa e sofisticada as informações sensoriais, construir e monitorar esquemas representacionais e planos de ação flexíveis.

Tendo de 3 a 4 mm de espessura, o córtex do cérebro humano atual contém cerca de metade dos neurônios do cérebro inteiro, sendo as áreas corticais associativas as mais amplas. A quantidade de córtex cerebral dedicada à determinada parte do corpo está relacionada à sua importância funcional. Áreas que necessitam de uma sensibilidade mais sofisticada (p. ex., a polpa dos dedos de um violinista) ou um controle motor mais complexo (as mãos de um desenhista de histórias em quadrinhos!) acabam por ocupar uma representação maior no córtex cerebral. É esse tipo de cérebro, de tamanho e organização peculiares, que possibilita a capacidade que os humanos atuais têm de contar com uma linguagem articulada com recursividade infinita. Por meio da linguagem, todo um universo de possibilidades cognitivas e de simbolização irá surgir. O surgimento das áreas corticais pré-frontais, por exemplo, possibilitarão a eclosão do pensamento e do raciocínio abstratos, assim como a habilidade de captar e entender uma situação como um todo, de montar estratégias e monitorá-las para a solução de problemas novos (DALGARRONDO, 2011).

A análise do material fóssil na tentativa de interpretar as estruturas cranianas que guardavam os cérebros dos antepassados do Homem Moderno tem sido de grande utilidade na busca de respostas sobre o estilo de vida de seus antigos “proprietários” (LEAKEY & LEWIN, 1988). A capacidade craniana (*volume endocraniano*) dos vários hominíneos e dos principais grandes símios é uma medida que, embora não expresse diretamente a complexidade neuronal, cognitiva e comportamental desses organismos, de forma indireta, revela um aumento de complexificação neuropsicológica. O volume endocraniano é o valor mais próximo do tamanho do cérebro das espécies fósseis estudadas. Aqui, cabe ressaltar que o cérebro dos mamíferos ocupa a caixa craniana de forma bem ajustada, o que significa que o volume endocraniano em animais mortos ou em fósseis reflete de forma bastante próxima o tamanho e a forma do cérebro, e mesmo a localização de giros, sulcos e fissuras cerebrais. Pode parecer estranho, mas os cérebros deixam mesmo suas assinaturas na carcaça óssea dura, muito embora eles não estejam em contato direto com ela, pois entre o córtex cerebral e o crânio ainda existem camadas de membranas protetoras (*meninges*) e o líquido cefalorraquidiano (LEAKEY & LEWIN, 1988; DALGALARRONDO, 2011).

A evolução do cérebro humano tem sido um dos eventos mais significativos ocorridos na história da evolução da vida. O registro fóssil, de acordo com análises comparativas de espécies ancestrais próximas da espécie humana, revela que o cérebro hominídeo aumentou de tamanho nos últimos 2,5 milhões de anos. Contudo, está cada vez mais estabelecido que o cérebro humano não é simplesmente um cérebro de macaco aumentado: mudanças qualitativas e quantitativas importantes ocorreram, e elas são resultados de padrões de adaptações evolutivas, assim como de seleções direcionadas para habilidades comportamentais próprias da espécie humana. Para desvendar essa história evolutiva, é necessário estudar e compreender os padrões de evolução do cérebro humano, a anatomia comparada do cérebro entre as espécies, o registro fóssil da evolução do cérebro humano, e as relações morfofuncionais do cérebro (SCHOENEMANN, 2006).

Compreender a evolução do cérebro humano requer avaliar exatamente como esse cérebro se diferencia dos cérebros das demais espécies animais e ancestrais mais próximas do homem. Schoenemann (2006) realizou um estudo do cérebro humano numa perspectiva comparativa analisando seu tamanho, assim como determinadas estruturas com funções já bem definidas e estabelecidas (bulbo olfatório, cerebelo, córtex visual, lobo temporal e córtex frontal e seus respectivos componentes).

Para entender o que aconteceu com o **tamanho do cérebro** na espécie humana, é necessária uma análise comparativa descrevendo uma linha de proporção de crescimento do cérebro em relação ao crescimento do corpo própria para cada classe de animais vertebrados. Isso é necessário, pois as ordens, as famílias e as espécies de um mesmo agrupamento de animais não seguem

rigorosamente a mesma linha de crescimento do corpo e do cérebro. Por exemplo, os mamíferos apresentam uma linha média de crescimento do cérebro em proporção ao crescimento do corpo, que é calculada de forma empírica, medindo-se o tamanho do cérebro e do corpo de um grande número de mamíferos e, depois, calculando uma proporção média, e, a partir daí, obtém-se um hipotético “mamífero médio”, para análises comparativas. Os primatas apresentam tamanhos de cérebros proporcionalmente maiores em relação a seus corpos, estando assim, acima da linha obtida para os “mamíferos médios”. Dessa forma, por exemplo, um chimpanzé tem um cérebro maior para o seu tamanho do que “deveria” ter em se tratando de um mamífero. Essa proporção de tamanho real do cérebro em contraste com aquele esperado para sua classe é denominada **Quociente de Encefalização (QE)**. Valores de QE acima de 1 significam cérebros maiores do que a média para sua classe correspondente, e para seu tamanho global (SCHOENEMANN, 2006; DALGALARRONDO, 2011). Os cérebros dos humanos modernos são três vezes maiores do que o previsto pela escala do Quociente de Encefalização. Quanto ao **bulbo olfatório**, ele é apenas 30% maior do que o tamanho previsto para o cérebro de um primata. Este dado sugere que o bulbo olfatório não se desenvolveu tanto na evolução do tamanho do cérebro humano, corroborando com a crença de que o olfato é relativamente pobre na espécie humana, em comparação com as demais espécies. O **cerebelo** tem um papel fundamental na modulação dos movimentos do corpo. Ele é cerca de três vezes maior do que o esperado para um primata do tamanho de um homem. Considera-se que, além do equilíbrio, do tônus muscular, postura e da coordenação motora fina, o cerebelo também contribui para funções cognitivas como a linguagem e a rotinização de procedimentos cognitivos complexos e para a agilidade mental. A contribuição do cerebelo para a cognição no humano moderno é o resultado de um processo evolutivo complexo envolvendo conexões entre o próprio cerebelo e o neocórtex em resposta a demandas culturais intensificadas ao longo da história humana. O cerebelo está conectado a cada uma das 14 regiões neocorticais importantes para a evolução cognitiva do Humano Moderno (WEAVER, 2005; SCHOENEMANN, 2006; DALGALARRONDO, 2011). O **córtex visual** é o sítio do processamento consciente inicial da informação visual. O córtex visual primário (área cortical inicial destinada ao processamento da informação visual) é 5% maior na espécie humana. O **lobo temporal** tem um papel crítico no processamento da informação auditiva, assim como na emoção, na compreensão de conceitos e na linguagem (área de Wernicke). Sua substância branca (fibras subcorticais de conexão) é mais volumosa no cérebro humano do que nos demais primatas, sugerindo comportamentos mediados. O **córtex frontal** ocupa 38% do total do córtex cerebral, na espécie humana. A substância cinzenta do *Homo sapiens* é 3,6 vezes maior do que se espera para um símio de seu tamanho, e ainda maior é o volume da sua substância branca, que é 4,7 vezes maior em relação aos grandes símios africanos.

Assim, o lobo frontal nos humanos é, no mínimo, três vezes maior do que nos símios e nos pongídeos, seus parentes mais próximos, indicando a importância funcional dessa área cerebral para a especificidade humana (SCHOENEMANN, 2006; DALGALARRONDO, 2011). O córtex frontal contém diferentes áreas funcionais em sequência: *Córtex Pré-frontal* (parte mais desenvolvida nos humanos, responsável pelas funções corticais superiores como planejamento, linguagem e interações sociais); *Área Pré-motora* (planeja os movimentos musculares de sequências complexas); e *Área Motora Primária* (controle direto dos movimentos musculares) (SCHOENEMANN, 2006). (Fig.1 – Áreas Cerebrais Humanas).

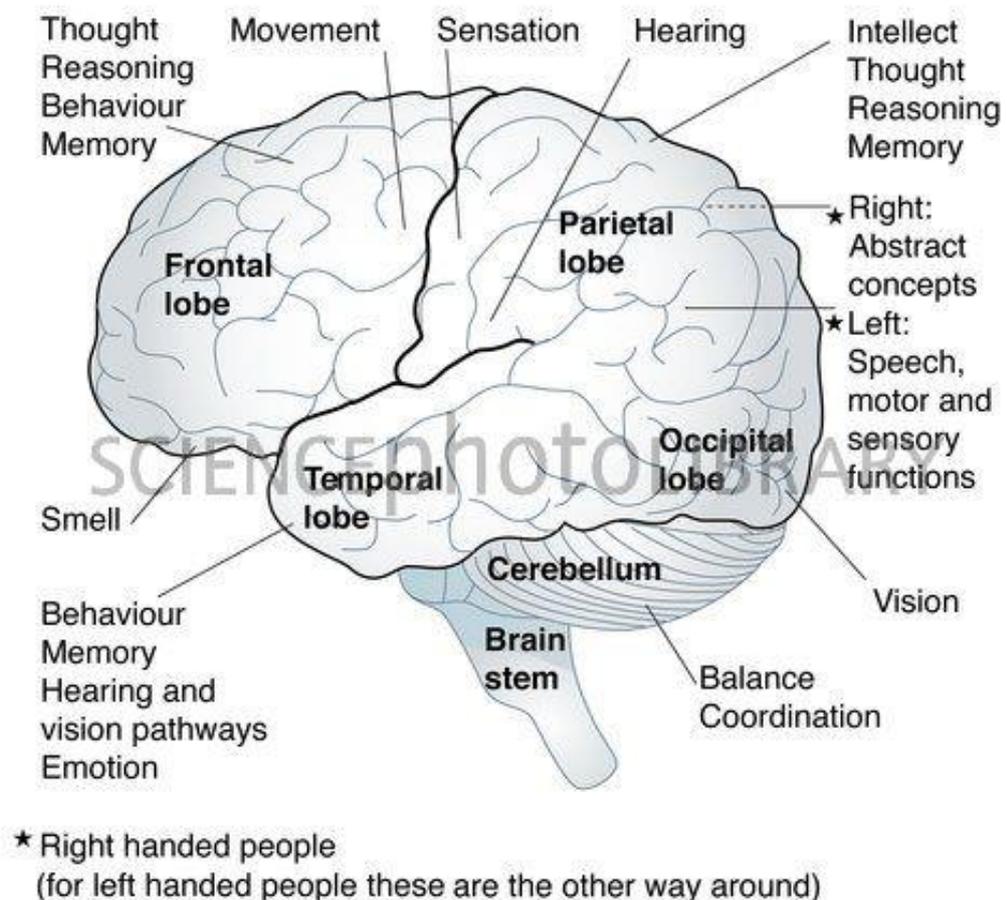


Figura 1 – Áreas cerebrais humanas ¹.

Além do tamanho do cérebro e do Quociente de Encefalização, outros aspectos da evolução do cérebro nos hominíneos têm sido investigados. Os moldes intracranianos obtidos com os ossos fósseis hominíneos encontrados permitem identificar o padrão e a posição dos sulcos cerebrais,

¹ Disponível em: <https://www.sciencephoto.com>

comparando-os com as marcas deixadas pelos sulcos de outras espécies do gênero *Homo*. Desta forma, estes achados paleoantropológicos funcionam como marcadores viáveis para a análise da evolução do cérebro humano (SCHOENEMANN, 2006).

Entre 2 e 3 milhões de anos atrás, o cérebro dos ancestrais humanos sofreu dramáticas mudanças anatômicas e comportamentais. Evidências substanciais apontam que o cérebro do Homem Moderno não é simplesmente uma versão maior de um cérebro primata genérico com áreas de tamanhos desproporcionais. Tais diferenças tiveram uma intenção e ocorreram porque, muito provavelmente, confeririam vantagens adaptativas (reprodutivas) para indivíduos de populações que se sucederam ao longo do tempo. Hipóteses envolvendo habilidades sociais, conceitos complexos, linguagem, desafios ecológicos, uso de ferramentas e uma reserva cognitiva dada pelo envelhecimento dão suporte para explicar a evolução do cérebro humano.

Como primata, o *Homo sapiens* dispõe de um cérebro com áreas corticais associativas maiores, em comparação aos outros primatas antropóides (macacos do Novo e do Velho Mundo e símios) e aos não antropóides (lêmures, társios e Lóris, também chamados de prossímios). Além de diferenças quantitativas, há também diferenças em termos de graus de assimetria, padrões histológicos, compactação de neurônios e organização conectiva. O aumento do tamanho global do cérebro e, em particular, das áreas pré-frontais, das áreas relacionadas à linguagem e do cerebelo teve um custo metabólico importante, pois o tecido nervoso é o que exige mais nutrientes e oxigenação (CHILDE, 1973; DALGALARRONDO, 2011; HARARI, 2016).

2.3 PALEONEUROLOGIA

Para distinguir o Homem Moderno (*Homo sapiens sapiens*) dos seus parentes evolutivos mais próximos, ou seja, dos demais hominíneos do gênero *Homo*, a ciência usa o recurso precioso da *paleoneurologia*, que estuda o aspecto cerebral dos hominíneos e suas possíveis especulações comportamentais, a partir dos restos ósseos cranianos e os moldes endocranianos reconstruídos. Os paleoneurologistas analisam os moldes endocranianos que reproduzem detalhes da morfologia externa dos cérebros impressos nas superfícies internas dos crânios. Um molde endocraniano é formado quando o crânio é preenchido por sedimentos que se solidificam e fossilizam (FALK, 1987). A paleoneurologia atual, através de estudos comparativos, conclui que as regiões pré-frontais dos lobos frontais do cérebro são maiores na espécie humana, como resultado de uma reorganização cortical que ocorreu durante a evolução dos últimos antecessores hominídeos, ou seja nos últimos

australopitecinos e nos *Paranthropus*. Tal evolução neurológica deve ter ocasionado uma redistribuição (reorganização) dos tecidos corticais (FALK *et al*, 2000).

Neste momento, faz-se necessário um estudo investigativo e comparativo do gênero *Homo*, para entender sua capacidade criativa, através da análise da evolução de seu cérebro.

Para entender o que aconteceu durante a evolução do cérebro no gênero *Homo*, a paleoneurologia faz uso de dois métodos investigativos: *Abordagem Direta e Abordagem Indireta*.

A abordagem direta consiste na análise do registro fóssil para a obtenção de informações sobre a capacidade craniana, a morfologia externa do córtex cerebral (através da análise de moldes endocranianos) e outros correlatos anatômicos (padrões vasculares). A abordagem indireta trata-se de um método comparativo, baseado em estudos de cérebros de macacos e de cérebros humanos. Assumindo que estes cérebros aproximam-se numa sequência evolutiva, faz-se necessário investigar quais mudanças ocorreram no cérebro humano e que habilidades cognitivas estavam envolvidas.

Evidências Diretas:

A. O Tamanho do Cérebro

Os primeiros hominídeos cujas capacidades cranianas são conhecidas da ciência são os australopitecinos. Seus volumes cerebrais variavam de 350 a 400 cm³ (o equivalente à capacidade craniana de um chimpanzé), e durante sua evolução, chegaram a atingir a capacidade máxima de 600 cm³. O tamanho do cérebro aumentou mais rapidamente no gênero *Homo* do que no gênero *Australopithecus*, partindo de 700 cm³ para o tamanho atual de 1400 cm³ (FALK, 1991; DALGALARRONDO, 2011).

B. Os Moldes Endocranianos

Moldes endocranianos são moldes do interior da caixa craniana que reproduzem detalhes do córtex cerebral, dos vasos sanguíneos, dos seios venosos, e de suturas e nervos impressos na superfície interna da caixa craniana, durante a vida. O processo de encefalização de várias espécies de mamíferos, incluindo os primatas, falha ao reproduzir detalhes dos sulcos do córtex cerebral na caixa craniana. Assim, os moldes cranianos de *Homo sapiens* acabam revelando pouca informação a respeito da superfície desses cérebros. Segundo Falk (1991), a única área do cérebro na qual os padrões de sulcos separam os macacos do humanos é a superfície lateral dos lobos frontais. Nos

macacos, o sulco órbito-frontal incide na borda lateral do lobo frontal e continua caudalmente na superfície ventral até alcançar o lobo temporal. Este sulco não é encontrado no cérebro humano. Os lobos frontais humanos são caracterizados por dois pequenos sulcos que delimitam o par trinagulares o qual é parte da área de Broca, responsável pela fala no hemisfério esquerdo (Fig.2).

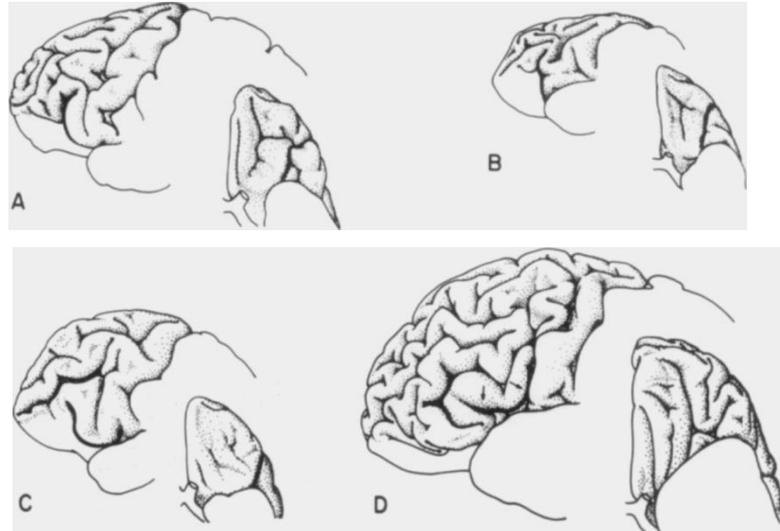


Figura 2 - Visão lateral de lobos frontais: (A) chimpanzé, (B) orangotango, (C) gorila e (D) homem².

A indicação mais recente de um padrão sulcal humano no fóssil hominídeo ocorre no *Homo habilis* de 2 milhões de anos atrás. O molde deste crânio reproduz um padrão sulcal no lobo frontal esquerdo associado com a área de Broca, sugerindo que essa espécie já deveria apresentar uma fala rudimentar (FALK, 1991).

C. Fluxo Sanguíneo Craniano

A presença de seios venosos e forâmens podem ser detectados em crânios hominídeos fossilizados. Tais estruturas representam vias através das quais o sangue deixa o crânio. A frequência e os padrões dessas estruturas separam os diferentes grupos dos hominídeos recentes, e parecem estar relacionados com o tamanho do cérebro.

Um grande sistema de seios venosos occipital/marginal ocorre nos australopitecinos, mas é menos freqüente em macacos, hominídeos e humanos atuais (Fig.3). O seio venoso occipital/marginal drena sangue para o plexo venoso da coluna vertebral. Como esse plexo venoso recebe uma grande quantidade de sangue vinda do crânio somente quando o indivíduo está em pé,

² O sulco órbito-frontal é o mais escuro nos cérebros dos macacos. No cérebro humano, os sulcos mais escuros são o frontal inferior e os que delimitam o par triangularis (setas) (FALK, 1991).

foi sugerido que o estabelecimento desse sistema venoso nos hominídeos mais recentes foi o resultado evolutivo de mudanças vasculares relacionadas com as pressões hidrostáticas alteradas devido à seleção para o bipedalismo (CABANAC & BRINNEL, 1985; FALK, 1990; FALK, 1991).

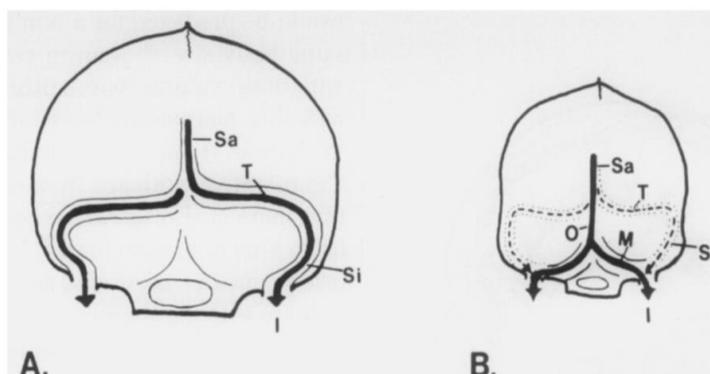


Figura 3 - Visão occipital do sistema de seios venosos em (A) humanos modernos e (B) australopithecinos³.

O cérebro humano é extremamente ativo do ponto de vista metabólico e produz calor em excesso. A temperatura do cérebro é determinada por uma série de fatores: a temperatura do suprimento de sangue arterial, o fluxo sanguíneo e a taxa metabólica de calor produzido pela atividade cerebral. A temperatura da base e da superfície do cérebro também pode ser influenciada pelas trocas de calor através do couro cabeludo e através da base do crânio. Em geral, o sangue arterial é mais frio que o próprio cérebro, pois ele remove calor do cérebro enquanto circula (FALK, 1990).

Cabanac e Brinnel (1985) descreveram um mecanismo de resfriamento do cérebro humano baseado em estudos fisiológicos das veias emissárias (parietal e mastóide), que foram analisadas no registro fóssil hominídeo. Especificamente, a direção do fluxo sanguíneo nessas veias foram registradas em experimentos nos quais os voluntários foram submetidos a condições de hipotermia e hipertermia. Durante a hipotermia, o sangue nessas veias não circulava ou o fazia de forma muito lenta, do cérebro para a superfície do crânio. Por outro lado, nas condições de hipertermia, o sangue circulava rapidamente, a partir da pele da cabeça para dentro da cavidade craniana. Assim, sob condições de calor induzido, as veias emissárias parietal e mastóide ajudam na distribuição do sangue que é resfriado pela vasodilatação e pela

³ Em A, o sangue flui a partir do seio sagital superior (Sa), do seio transversal (T) e do seio sigmóide (Si) e sai do crânio das veias jugulares internas. O sistema sigmóide-transverso é reduzido ou desaparecido em B, no qual uma grande porção de sangue é drenada para o plexo vertebral e para a veia jugular interna (I) através do sistema occipital-marginal (O-M) (FALK & CONROY, 1983).

evaporação do suor através da pele do couro cabeludo. Durante a hipertermia, o sangue também flui por dentro da veia oftálmica que faz a drenagem na região da testa. Essas três veias emissárias juntas (parietal, mastóide e oftálmica) formam um grande sistema de resfriamento do cérebro humano. Em resumo, a equipe de Cabanac descreveu uma espécie de “radiador” para resfriar o cérebro humano. Dessa forma, as veias emissárias possuem duas funções na linhagem evolutiva humana: (1) distribuir sangue para o plexo vertebral venoso como condição para a aquisição do bipedalismo, e (2) resfriar o cérebro em condições de hipertermia (FALK, 1990).

Um fato que chama a atenção para a evolução do sistema sanguíneo que irriga o cérebro, é a presença do seio venoso occipital/marginal em alguns grupos de hominídeos bípedes, mas não em outros, e como esses últimos fariam para adquirirem distribuição de sangue para a coluna. Para resolver esta questão, a neuroanatomia argumenta que quando os seres humanos ficam de pé, o fluxo sanguíneo é distribuído para a coluna vertebral por uma rede de pequenas veias cranianas, tais como o plexo basilar e um pequeno seio occipital/marginal e numerosas veias emissárias, que são o resultado de múltiplas anastomoses sofridas pelos seios da dura-máter, e que emergem pelos forames ósseos do crânio (Fig.4). Como as veias emissárias penetram o crânio, sua ausência ou presença podem ser identificadas no registro fóssil (FALK, 1991).

As evidências fisiológicas sugerem que o aumento dos forames emissários que ocorre durante a evolução do gênero *Homo* deve ser a chave para a compreensão do crescimento dramático do tamanho do cérebro (também evidenciado neste gênero).

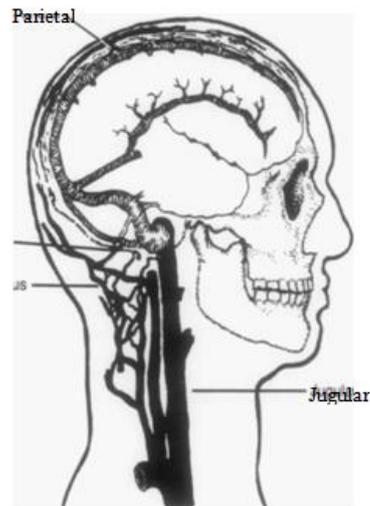


Figura 4 – Veias emissárias (FALK, 1991)⁴.

Evidências Indiretas

As evidências comparativas com outras espécies sugerem que houve um aumento da complexidade e da ramificação dendrítica no cérebro humano. Quando cérebros humanos e de macacos são comparados, os humanos apresentam uma maior girificação, ou seja, formação de giros, no córtex pré-frontal, no córtex motor e no córtex temporal. As evidências arqueológicas, paleoneurológicas e comparativas sugerem que a lateralização cerebral e comportamentos associados foram fatores importantes durante a evolução do cérebro no gênero *Homo* (FALK, 1991).

2.4 PARENTESCO MOLECULAR

A biologia molecular associada à genética revela interações sutis na análise do material genético humano que o diferem de seus parentes mais próximos, como os grandes primatas africanos.

Os estudos de seqüenciamento de bases do DNA, comparando o genoma da espécie humana (*Homo sapiens sapiens*) com o do chimpanzé (*Pan troglodytes*) revelam que das 3 bilhões de bases do genoma humano, apenas 15 milhões, ou seja, menos de 1%, passaram por mudanças em aproximadamente 6 milhões de anos, quando as linhagens dessas duas espécies divergiram. Em

⁴ As veias emissárias são parte de uma grande rede de veias cranianas que comunicam as partes externa e interna do crânio, assim como drenam o sangue para a coluna vertebral.

genes específicos, encontrados neste inventário bioquímico, entre as cerca de 15 milhões de bases, estão as diferenças que nos fazem humanos (POLLARD, 2013).

A investigação contou com modelos computacionais capazes de analisar os fragmentos de DNA mais modificados do genoma humano desde que essa espécie e os chimpanzés seguiram linhagens distintas a partir de um ancestral comum. Os fragmentos do código genético que apresentam o maior número de modificações desde essa separação são, provavelmente, as sequências que moldaram a espécie humana. Foi obtida uma lista de sequências que passaram por rápida evolução classificadas de acordo com a quantidade modificações. O primeiro gene da lista, com uma extensão de 118 bases, ficou conhecido como *Região 1 da Aceleração Humana (HAR1)*. A história evolucionária da HAR1 foi analisada, comparando essa região do genoma em várias espécies – incluindo 12 vertebrados. Os resultados apontaram que até que os humanos surgissem, a HAR1 tinha se desenvolvido muito lentamente. Em galinhas e chimpanzés – cuja linhagem divergiu há cerca de 300 milhões de anos – apenas duas das 118 bases diferem. A divergência é praticamente insignificante comparada às 18 diferenças entre humanos e chimpanzés, representantes de linhagens que divergiram muito mais recentemente. O fato de que a HAR1 esteve essencialmente congelada no tempo durante centenas de milhões de anos sugere que tenha uma função muito importante e que essa função foi significativamente modificada na espécie humana. Uma pista crítica para a função da HAR1 surgiu quando sequências de DNA foram usadas para desenvolver um marcador fluorescente que se iluminava quando a HAR1 era ativada em células vivas – ou seja, copiada de DNA para RNA. Quando genes típicos são ativados na célula, essa célula primeiro produz RNA mensageiro e, em seguida, o utiliza como molde para sintetizar proteínas necessárias. O marcador revelou que a HAR1 é ativa num tipo de neurônio que desempenha papel-chave no padrão e forma do córtex cerebral em desenvolvimento. Quando algo impede o funcionamento normal desses neurônios, o resultado pode ser uma lisencefalia – condição congênita severa, frequentemente letal, caracterizada pela ausência de giros corticais. Além disso, o mau funcionamento desses neurônios também está associado ao início da esquizofrenia na idade adulta. A HAR1 é, portanto, ativa na hora e no lugar certos para ser considerada relevante na formação de um córtex saudável (POLLARD, 2013).

Além da HAR1, outro gene que contém sequências de mudança rápida foi identificado – o FOXP2 – e que está envolvido com a fala e a cognição (LIEBERMAN, 2009; POLLARD, 2013). A criatividade humana deriva de uma flexibilidade motora e cognitiva que permitiu essa espécie a desenvolver linguagens, assim como ferramentas e manifestações artísticas. O registro arqueológico, contudo, revela poucos sinais de criatividade antes de 200.000 anos atrás, na África, com a explosão criativa aparecendo no *Homo sapiens*, apenas no Paleolítico Superior. Algo deve ter

modificado os cérebros ancestrais, no momento em que surgiram os humanos modernos e, ao mesmo tempo, as substituições de aminoácidos que diferenciaram a forma humana do gene FOXP2 da forma encontrada nos cérebros dos chimpanzés. A introdução da forma humana do FOXP2 em camundongos revelou, nesses animais alterações de vocalização e de comportamento exploratório, assim como, mudanças das concentrações de dopamina no cérebro. Além disso, a versão humana do FOXP2 provocou no cérebro dos camundongos um aumento da plasticidade sináptica e da conectividade dendrítica nos neurônios dos gânglios da base. A plasticidade sináptica é a chave para entender como os neurônios codificam e processam informações. Os dendritos conectam o mapa neuronal, canalizando informação entre os neurônios. Tais mudanças aumentam a eficiência dos circuitos neurais ganglionares, mecanismos que, em humanos, regulam o controle motor, incluindo a fala, o reconhecimento de palavras, a compreensão frasal, o reconhecimento de formas visuais, o cálculo mental, e demais aspectos da cognição (LIEBERMAN, 2009).

2.5 A ARTE DO PALEOLÍTICO SUPERIOR

Richard Leakey, em seu livro *A Origem da Espécie Humana* (1997), apresenta o estudo de Lewis-Williams sobre a arte do povo !Kung San do Kalahari, procurando desvendar o significado da arte pré-histórica, inclusive a arte da Europa da Idade do Gelo. Segundo Lewis-William, a expressão artística pode formar uma trama enigmática na tessitura intrincada no tecido cultural de uma sociedade. A mitologia, a música e a dança são também parte desse tecido: cada trama contribui para o significado do todo, mas elas por si mesmas são necessariamente incompletas (LEWIS-WILLIAMS & DOWSON, 1988; LEAKEY, 1997).

Leakey (1997) acredita que mesmo que fosse possível testemunhar as manifestações artísticas do Paleolítico Superior na qual as pinturas das cavernas desempenharam seu papel, não seria possível compreender o significado do todo, pois, para ele, tal análise deve ser cautelosa, e faz uma comparação com as histórias narradas nas religiões modernas nas quais, para um cristão, o significado da imagem de um homem segurando um cajado com um cordeiro aos seus pés seria completamente diferente para alguém que nunca ouviu a história cristã.

As imagens antigas, representadas nas pinturas rupestres, são fragmentos de uma velha história, e, embora a vontade de saber o que elas significam seja grande, é mais prudente aceitar os limites prováveis da compreensão humana (LEAKEY, 1997).

Para entender melhor o cotidiano do Paleolítico Superior e a explosão criativa da humanidade, é necessário esboçar uma vista geral da arte da Idade do Gelo. Período que começa há 35 mil anos e termina há 10 mil anos. A Idade do Gelo testemunhou a primeira aparição da tecnologia sofisticada

na Europa Ocidental. O Paleolítico Superior é subdividido em várias culturas ou indústrias: começa na **cultura aurignaciana** ou **aurinhacense**, que vai de 40 mil a 30 mil anos atrás, e coincide com a chegada do *Homo sapiens* moderno na Europa (homem de Cro-Magnon), vindo da África. Embora não existam cavernas pintadas conhecidas deste período, os humanos já criavam pequenas peças de marfim, destinadas presumivelmente a adornar vestimentas, assim como produziam figuras humanas e de animais, também esculpidas em marfim, como as encontradas em Vogelherd, na Alemanha (LEAKEY, 1997; DALGALARRONDO, 2011). (Fig. 5).



Figura 5 - Escultura de leão (aproximadamente 36.000 a. C.), Caverna de Vogelherd, Alemanha, 1931. ⁵

A **cultura gravetense**, verificada no período de 30 a 22 mil anos atrás, ocorre principalmente na Europa, e evidencia a arte rupestre. Os humanos do período gravettiano, que vai de 30 mil a 22 mil anos atrás, foram os primeiros a manufaturar figuras em argila (Fig. 6), algumas das quais eram animais, outras marcas que representam o contorno das mãos podem ser encontradas em algumas cavernas (LEAKEY, 1997; DALGALARRONDO, 2011).

⁵ (Disponível em: <https://www.sciencephoto.com> JAVIER TRUEBA/MSF/SCIENCE PHOTO/LIBRARY).

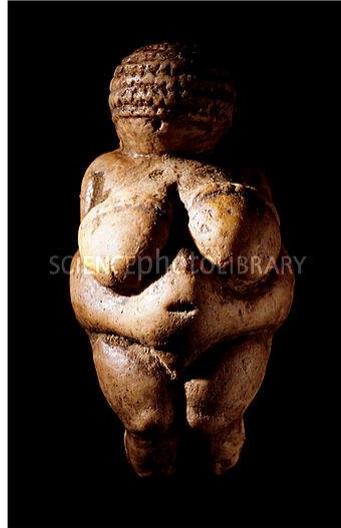


Figura 6 - Vênus de Willendorf (23.000 a. C.), Áustria, 1908⁶.

A **cultura solutrense** (24 a 18 mil anos atrás) produziu lâminas translúcidas, talvez pouco úteis no cotidiano daquele período, mas tendo talvez importância maior para cerimônias ritualísticas (Fig. 7).



Figura 7 - Ilustração sobre manufatura de ferramentas (21.000 – 17.000 a. C.).

Uma das formas de cultura do Paleolítico Superior mais marcantes na Europa foi a chamada **cultura magdalenense** (18 a 11 mil anos atrás). De grande sofisticação estética, impressiona, entre outras coisas, pela expansão da indústria lítica através da Europa e de toda a África do Norte. Em parte pertencia ao último período glacial e foi também denominada de Idade das Renas, pois as renas (*Rangifer tarandus*) eram talvez uma das principais fontes de alimento e foram os primeiros animais a serem desenhados e entalhados pelo homem (LEAKEY, 1997; DALGALARRONDO,

⁶ Disponível em: <https://www.sciencephoto.com> JAVIER TRUEBA/MSF/SCIENCE PHOTO/LIBRARY.

2011). O período magdaleniano foi a era das pinturas nas regiões mais profundas das cavernas. Lascaux e Chauvet, na França e Altamira, na região da Cantábria, no norte da Espanha, foram pintadas nesta época. Os magdalenianos eram também escultores e gravadores habilidosos de objetos em pedra, osso e marfim. Na caverna de La Marche, no sudoeste da França, foram encontradas centenas de gravações de perfis da cabeça humana, cada uma delas com traços tão individualizados, que parecem retratos (LEAKEY, 1997). (Fig. 8).

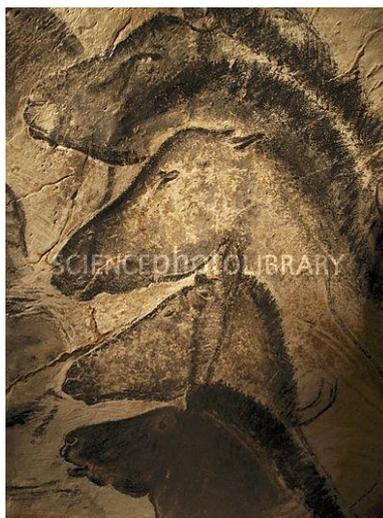


Figura 8 - Cavalos pré-históricos (32.900 – 30.000), Caverna de Chauvet, França. ⁷

O realismo impresso na arte do Paleolítico Superior foi motivo de discordância, sobretudo quanto à autenticidade histórica das obras, entre pré-historiadores do século XIX: algumas pinturas eram tão brilhantes e vitais que foram consideradas obras de um artista recente. Elas pareciam boas demais, artísticas demais para ser fruto de mentes primitivas. Já na década de 1990, John Halverson (1928-1997), da Universidade da Califórnia, em Santa Cruz, propôs que os pré-historiadores retornassem à interpretação do tipo de “arte pelo amor à arte”, e que não se deveria esperar que a consciência humana emergisse completamente amadurecida no decorrer de sua evolução. Leakey não se convence de tal afirmação, pois apresenta vários exemplos em pinturas do mesmo período como o *Feiticeiro*, na caverna de Troi Frères e o *Unicórnio*, encontrada no Salão dos Touros em Lascaux, ambas representando humanos disfarçados de animais, imagens bastante mediadas pela cognição refletiva.

Entretanto, o mais significativo é que as imagens são mais complexas do que sugerem as afirmações de Halverson. As pinturas e gravações não são cenas naturalistas do mundo da Idade do Gelo. Não há nada que se assemelhe a uma pintura paisagística verdadeira. E, a julgar pelos restos

⁷ Disponível em: https://www.sciencephoto.com/JAVIER_TRUEBA/MSF/SCIENCE_PHOTO/LIBRARY.

de animais encontrados nos lugares habitados por estas pessoas, as imagens também não são um simples reflexo da alimentação diária. O fato de que alguns animais são bem mais proeminentes como imagens nas pinturas das cavernas do que eram na paisagem natural é muito significativo, talvez denotando uma importância especial para as pessoas do Paleolítico que os pintaram (HALVERSON, 1991; LEAKEY, 1997). A primeira hipótese para explicar por que os humanos do Paleolítico Superior pintaram estas imagens mencionava a magia relacionada com a caça (LEAKEY, 1997; MOYA, 1970). No final do século XIX, os antropólogos estavam tomando conhecimento de que as pinturas dos aborígenes australianos eram parte de rituais mágicos e totêmicos destinados a melhorar os resultados de uma caçada a ser realizada. Em 1903, o historiador de religiões Salomon Reinach (1858-1932) argumentou que o mesmo poderia ser verdade para a arte do Paleolítico Superior: em ambas as sociedades, a pintura representava muito mais umas poucas espécies em relação ao meio ambiente natural. Henri Breuil desenvolveu as ideias de Reinach e continuou a interpretar a arte como magia relacionada com a caça. Um problema óbvio com essa hipótese era que muitas vezes as imagens representadas não refletiam a dieta dos pintores do Paleolítico Superior. Claude Lévi-Strauss comentou que, na arte do povo San do Kalahari e dos aborígenes australianos, certos animais não eram representados mais frequentemente porque não eram “bons para comer”, mas sim porque eram “bons para pensar” (LEAKEY, 1997).

A partir de 1961, com a morte de Breuil, surge uma nova perspectiva com André Leroi-Gourhan (1911-1986), que procurava uma estrutura na arte, buscando sentido em padrões de muitas imagens, não em imagens individuais como Breuil havia feito. Ele realizou longos levantamentos das cavernas pintadas e percebeu padrões repetidos, com certos animais “ocupando” certas partes das cavernas. O *cervo*, por exemplo, muitas vezes aparecia na entrada, mas era incomum nas câmaras principais. O *cavalo*, o *bisão* e o *boi* eram as criaturas predominantes nas câmaras principais. Os carnívoros apareciam na maioria das vezes no fundo do sistema de cavernas. Mais ainda, alguns animais representavam a masculinidade e a feminilidade. A imagem do *cavalo* representava a masculinidade, e a do *bisão* a feminilidade. Para Leroi-Gourhan, a ordem nas pinturas refletia uma ordem na sociedade do Paleolítico Superior: a saber, a divisão entre masculinidade e feminilidade (LEAKEY, 1997).

A noção de que as próprias cavernas poderiam impor uma estrutura à expressão artística foi revivida por Iégor Reznikoff e Michel Dauvois, arqueólogos franceses que realizaram levantamentos detalhados de três cavernas decoradas em Ariège, no sudoeste da França. Eles moviam-se lentamente através das cavernas, parando seguidamente para testar a ressonância de cada seção. Utilizando-se de notas musicais que variavam de três oitavas, eles levantaram um mapa

de ressonância de cada caverna e descobriram que aquelas áreas com maior ressonância eram também as mais prováveis de abrigar uma pintura ou gravação.

Não é preciso muita imaginação para visualizar os povos do Paleolítico Superior entoando encantamentos em frente às pinturas das cavernas. A natureza incomum das imagens e o fato de elas muitas vezes encontrarem-se nas partes mais inacessíveis das cavernas sugerem um ritual (LEAKEY, 1997).

Com a morte de Leroi-Gourhan, em 1986, os pré-historiadores estavam prontos para uma reavaliação importante de suas interpretações. Atualmente, são consideradas uma variedade de explicações, mas em todos os casos o contexto cultural é enfatizado e há um cuidado maior de não se impor idéias originárias de uma sociedade moderna à sociedade do Paleolítico Superior. Quase certamente, pelo menos alguns dos elementos da arte da Idade do Gelo relacionavam-se com o modo pelo qual os povos do Paleolítico Superior organizavam suas idéias sobre seu mundo – uma expressão de seus cosmos espiritual (LEAKEY, 1997; MOYA, 1970).

2.6 A MAGIA ANCESTRAL

Algumas das imagens da arte da Idade do Gelo são de animais fora de seu contexto ecológico, e em proporções que não representam sua frequência no mundo real. Isto, por si mesmo, diz algo da natureza enigmática da arte. Entretanto, além das imagens representativas, há outras marcas que são mais enigmáticas: uma disseminação de padrões geométricos – ou sinais, como têm sido chamados, que incluem pontos, grades, curvas, retângulos, curvas similares que se encaixam uma dentro da outra, e estão entre os elementos mais intrigantes da arte do Paleolítico Superior. Em sua maior parte, tiveram uma explicação como componentes de qualquer hipótese que prevalecesse na hipótese da magia associada à caça ou na hipótese da dicotomia masculino/feminino. David Lewis-Williams apresentou uma nova interpretação: elas são sinais reveladores de uma arte relacionada com o xamanismo – imagens de uma mente em estado de alucinação (LEWIS-WILLIAMS & DOWSON, 1988; LEAKEY, 1997).

Lewis-Williams estudou a arte do povo San do sul da África durante quatro décadas. Muito de sua arte data talvez de 10 mil anos atrás. Gradualmente, ele percebeu que as imagens da arte San não eram representações simplórias do cotidiano do povo San. Ao contrário, elas eram o produto de xamãs em estado de transe: as imagens eram uma conexão com o espírito de um mundo xamanístico e eram representações do que o xamã via durante sua alucinação.

Segundo a tradição do povo San, durante sua visita ao mundo dos espíritos, o xamã “morre” muitas vezes. O *elande* (*Taurotragus oryx pattersonianus*) é um animal africano que simboliza uma

força poderosa na mitologia San. É o animal mais freqüente nas pinturas San. Isto gerou um questionamento similar sobre o *cavalo* e o *bisão* da Idade do Gelo, atribuindo-lhes uma fonte de poder para o povo do Paleolítico Superior. Lewis-Williams precisava de indícios de que também a arte do Paleolítico Superior era xamanística. Uma pista que foi fornecida pelos sinais geométricos.

Segundo estudos de Lewis-Williams, a literatura psicológica apresenta três estágios de alucinação: (1) o indivíduo vê formas geométricas (pontos, espirais e curvas), que são denominadas *imagens entópticas* (“dentro da visão”), (Fig. 9), pois são produzidas pela arquitetura neural do cérebro. Segundo Lewis-Williams (1988, p. 202-245), pessoas que entram em certos estados alterados da consciência, não importando suas origens culturais, podem perceber estas imagens, porque elas derivam do próprio sistema nervoso humano; (2) os indivíduos começam a ver estas imagens como objetos reais. Curvas podem ser interpretadas como colinas em uma paisagem. A natureza do que a pessoa vê depende da experiência cultural individual e de suas preocupações; (3) o indivíduo tem a sensação de estar atravessando um vórtice ou túnel rotatório e imagens completas podem ser vistas. Um tipo importante de imagem neste estágio é a quimera humano-animal (teriântropos). Estas criaturas são comuns tanto na arte xamanística do povo San quanto do povo do Paleolítico Superior.

As imagens entópticas das alucinações do primeiro estágio estão presentes na arte San, o que poderia ser um indício objetivo de que esta arte é xamanística. E estas mesmas imagens são vistas na arte do Paleolítico Superior, algumas vezes sobrepostas a imagens de animais, algumas vezes de forma isolada (LEWIS-WILLIAMS & DOWSON, 1988).



Figura 9 - Imagens entópticas da arte !Kung San, Kalahari, África. ⁸

⁸ Foto: JAMES NATHAN. (Disponível em: <https://br.pinterest.com>).

Os Estudos de Lewis-Williams são corroborados por Barbora Putová (2013) que apresenta a cultura xamanística do Paleolítico Superior como o resultado de informações semióticas e arquetípicas documentando uma dualidade existencial da humanidade: a união ancestral entre homem e animal. Segundo Putová, o potencial antropomórfico dos xamãs é descrito através das características dos animais muito marcantes nas imagens pintadas nas cavernas. Estruturas anatômicas de animais como o bisão (*Bison antiquus*), a rena (*Rangifer tarandus*) e o cervo (*Megaloceros giganteus*) estão mescladas com os corpos humanos, nessas imagens. As imagens podem estar associadas a rituais de magia, significativas para as comunidades que habitavam aquelas cavernas. Rituais religiosos tinham um papel proeminente naquela sociedade, pois consistiam na habilidade de entrar num estado de êxtase através de variadas técnicas para criar um elo emocionalmente forte entre os indivíduos da comunidade das cavernas.

Uma categoria de imagens que chama atenção é a dos “homens feridos”: figuras humanas com linhas irradiando a partir de seus corpos sem cabeça e sem braços, curvados para a frente, provavelmente simbolizando uma espécie de reação física a dores e cólicas, causadas por estados alterados de consciência. A relação com a dor ainda está presente no xamanismo. Alguns xamãs têm os corpos perfurados com artefatos, durante sua iniciação, pois eles acreditam que somente através do sofrimento eles adquirem habilidades sobrenaturais e assim, alcançam um status social (PUTOVÁ, 2013).

Muitos aspectos da arte do Paleolítico Superior refletem uma estrutura mental derivada de sentimentos, sonhos, memórias, visões ou estados alterados de consciência. Os sítios arqueológicos de cavernas guardam equipamentos utilizados pelos xamãs, incluindo instrumentos de percussão, flautas feitas de ossos de pássaros e marcas de saltos, indicando rituais de dança. As estruturas das cavernas simbolizam uma jornada aos aspectos conscientes e inconscientes da mente. O mundo mental se materializou nesse ambiente e encontrou seu lugar no universo. Ambientes naturais, superfícies e estruturas das cavernas como, por exemplo, câmaras remotas, escuras, silenciosas e de difícil acesso (com privação sensorial ou baixa oxigenação) induziam os estados alterados de consciência. O uso de cavernas profundas foi sintomático para a magia. Possivelmente, o xamanismo teve papel crucial na evolução cognitiva e social, pois os estados alterados de consciência poderiam ter facilitado a adaptação do homem a mudanças sociais e ecológicas no Paleolítico Superior (PUTOVÁ, 2013).

2.7 A ABORDAGEM ETOLÓGICA

Para lançar uma nova luz à interpretação da arte parietal, pesquisadores, entre eles Marc Azéma, utilizam o recurso da Etologia – ciência que estuda o comportamento animal –, associado à análise do movimento grafado nas paredes das cavernas. As imagens rupestres de animais são um relato direto da ciência natural, e o estudo do movimento, isto é, o estado corporal em constante mudança, em relação a um ponto fixo, é o que caracteriza e diferencia tais imagens de outras formas de vida. O dinamismo exaltado nas pinturas das cavernas de Lascaux e de Chauvet são suficientes para acreditar que a animação é um fator essencial na arte parietal. Para os artistas do Paleolítico Superior, o movimento era parte integral do processo de compreensão do animal. Esses “criadores”, qualquer que fossem seus status sociais, eram oriundos de grupos de caçadores-coletores cuja a caçada implicava, acima de tudo, em uma perfeita compreensão das formas corporais, atitudes, estratégias e táticas dos animais a sua volta. Assim, é razoável postular que a animação de um animal, representada na parede da caverna, era a expressão de seu estado comportamental, o que justifica o recurso da etologia para a interpretá-la (AZÉMA, 2008).

A noção de realismo retratada numa figura parietal varia de acordo com o tipo de animal: um contorno simples, uma característica próxima do corpo ou da boca, sem um significado aparente, talvez possa expressar um movimento, uma atitude, uma ação específica daquele animal. Apenas uma observação atenta dos modelos vivos desses animais, considerando todos esses parâmetros, facilitaria a identificação de movimentos intencionais. Algumas pesquisas sugerem que as figuras rupestres, que parecem inertes, ganham vida na imaginação dos homens que as pintaram, movimentando-se de acordo com as flutuações de luz nos volumes irregulares das paredes das cavernas ou pela distorção da percepção causada por um estado alterado de consciência (LEWIS-WILLIAMS, 1988; AZEMÁ, 2008).

A interpretação do movimento nas pinturas rupestres considera a análise visual da velocidade e do passo retratados nas imagens dos animais pintados nas cavernas. A representação gráfica dos movimentos rápidos, especialmente em diferentes velocidades, sempre foi um problema para os artistas até o advento da fotografia. Para Marc Azéma e sua equipe (2008), a análise de imagens parietais de animais em movimento, com diferentes velocidades, sugere um padrão de um sistema de categorias gráficas que refletiam os limites fisiológicos da percepção visual de seus artistas, desde o início do Paleolítico Superior. Tal análise classificava os movimentos desde passos lentos como caminhar ou trotar até galopar ou correr, de acordo com as posições das pernas em relação ao corpo. Após estudar diferentes partes do corpo em movimento, foi necessário olhar para o corpo inteiro do animal para observar como tais movimentos poderiam se combinar, sugerindo um

processo da animação, classificado como *Segmentar*, quando a cabeça era o elemento principal do desenho, e *Coordenado*, quando associava duas ou três partes do corpo, preferencialmente a cabeça e as pernas. Além disso, os artistas paleolíticos surpreendem pelo fato de formularem graficamente a quarta dimensão – o tempo. Para tanto, eles deviam ter desenvolvido dois processos de quebra do movimento: a *decomposição por superposição* de imagens sucessivas, caracterizada pelo efeito visual do aumento de partes do corpo em movimento, através de múltiplos contornos, com diferentes posições das pernas, da cabeça, e da cauda, na mesma figura; e a *decomposição por justaposição* de imagens sucessivas, que mostra imagens inteiras justapostas e orientadas na mesma direção, criando um processo de “animação”. (Fig. 10).

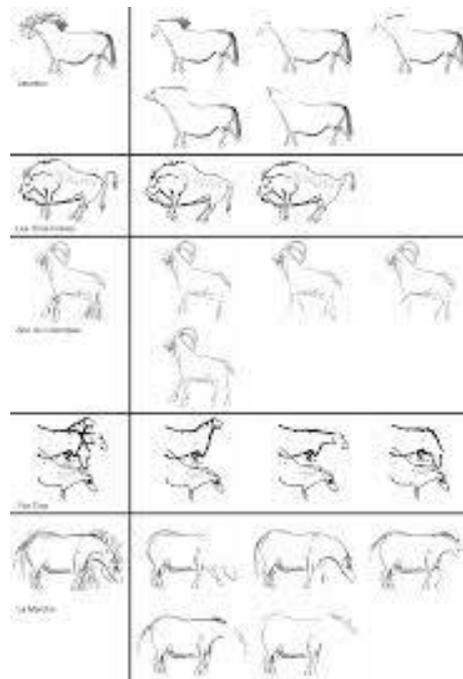


Figura 10 - Decomposição de imagens (AZEMÁ, 2008)

Para compreender a animação das imagens é necessário considerar o ambiente figurativo dos animais em ação, ou seja, a associação do painel, ou área delimitada na parede da caverna na qual as imagens estão dispostas intencionalmente, com um conjunto gráfico, ou grupamento de vários painéis na mesma parte da caverna. Quando o ambiente figurativo contém imagens de animais de uma única espécie, o animal que é representado em movimento é dito “socialmente” isolado. A interpretação etológica qualifica como *interações*, quando há apenas dois indivíduos, e como *grupos* quando possuem, pelo menos, três indivíduos que refletem uma organização social.

A análise do movimento sob a luz da etologia permite classificar o comportamento em categorias: “não-agressivo”; “agressivo”; “de caça”; “social”; “de alimentação”; e “sexual”.

Todas essas imagens refletem as associações entre os animais no seu contexto natural, corroborando com a interpretação etológica. A abordagem etológica abre perspectivas para novas investigações. Os resultados iniciais apresentados por Azéma (2008) demonstram a importância e o papel da representação do movimento o qual reflete no artista do Paleolítico a vontade de expressar um comportamento específico observado no seu próprio ambiente. As imagens do Paleolítico Superior apresentam características muito marcantes tais como: a presença maciça de animais do sexo masculino, a predominância de herbívoros, o papel preponderante dos grandes felinos (que representam tanto o predador como uma associação livre aos grandes caçadores humanos). O conteúdo específico dessa “mensagem” pode estar relacionado com preocupações vitais daqueles que a enviaram: caçar e se reproduzir; a garantia de uma boa caçada e a sobrevivência do grupo, necessitando de um bom gerenciamento dessa atividade, inclusive respeitando a época da reprodução dos animais.

As imagens pintadas nas cavernas não representam simplesmente símbolos sem vida, eles têm movimento e interagem uns com os outros. Em muitos casos, o comportamento combina com os conjuntos de indivíduos os quais poderiam ser comparados a rebanhos. O espaço gráfico pode ser comparado a territórios, como um “mundo virtual” onde apenas um iniciado pode penetrar, viajar ou interagir com as imagens como se fosse magia (LEWIS-WILLIAMS, 1988; AZÉMA, 2008). Todos esses temas retratados nas imagens pictóricas constituem a primeira redação da expressão paleolítica, uma gramática que leva aos primeiros pictogramas, à narrativa gráfica, ou seja, são consideradas as primeiras tiras das histórias em quadrinhos da humanidade.

2.8 A ABORDAGEM NEUROFISIOLÓGICA

A neurofisiologia da visão e o estudo evolutivo, associados à semiótica, fornecem conhecimento a respeito da preferência de representar animais pintados nas paredes das cavernas em um formato particular – de perfil –, durante um longo período da história humana, e em diversas culturas (HODGSON, 2013).

O principal objetivo da visão é detectar e identificar objetos no ambiente. Assim, muitos animais procuram se esconder no meio em que vivem, usando estratégias de camuflagem. Neste cenário, a cor e a textura são secundárias em relação à forma do corpo. Para os hominíneos, detectar animais camuflados era crucial para a sobrevivência. E, desta maneira, as propriedades fundamentais do sistema visual necessárias para a identificação dos animais tornaram-se conectadas no cérebro. O cérebro humano possui uma área localizada no córtex temporal, dedicada ao reconhecimento específico de animais. Os animais são monitorados de forma mais intensa pelas mudanças de seus estados e posições no ambiente do que os objetos, e isso é uma resposta automática do sistema visual do reconhecimento de imagens. Estes dados sugerem que houve uma pressão evolutiva que selecionou o cérebro humano com um sistema visual refinado para o reconhecimento e a categorização de imagens de animais (HODGSON, 2013).

Vários pesquisadores argumentam que os caçadores tradicionais prestavam atenção em partes específicas dos corpos dos animais. Este dado é corroborado pelo fato de que as informações visuais a respeito dos animais são processadas por mecanismos que se encontram nas vias visuais ventral e límbica (emocional), que detectam melhor o contorno da forma do que a cor e a textura da imagem.

Estudos atuais dos sistemas visuais que têm preferência para linhas de contorno das imagens utilizam esboços de animais semelhantes aos encontrados na arte paleolítica. Nestes estudos são realizados testes visuais com imagens degradadas e, para essas imagens, o sistema visual utiliza informações grosseiras, como o perfil da imagem, para identificar um animal, por exemplo. A visão de perfil de um animal é considerada a mais generalizada e eficaz para a sua identificação. A imagem visual pode aperfeiçoar a percepção. Caçadores-coletores precisavam empregar a imagem visual para identificar tanto a presa quanto o predador (HODGSON & HELVENSTON, 2006).

Os humanos que produziam arte rupestre talvez tivessem a consciência de que seus desenhos delineavam de forma econômica os objetos do mundo, como revelam os estudos da neurofisiologia da visão. A atividade neural do sistema visual para os desenhos de linhas de contorno é a mesma para fotografias coloridas, o que indica que os desenhos de linha conseguem capturar os elementos mais importantes de uma cena. Mesmo quando 75% das linhas do desenho são removidas, a sua imagem ainda pode ser identificada. A capacidade de recuperar o esboço de uma imagem

tridimensional é considerada uma das principais estratégias do sistema visual para detecção de animais, em seu ambiente natural, mesmo quando estão camuflados. A habilidade de reconhecer esboços desgastados começa cedo na espécie humana, por volta dos dois anos de idade, com a capacidade de completar as partes que faltam no desenho. E, para realizar essa tarefa, as crianças projetam no imaginário as imagens completas do desenho (HODGSON, 2013).

Quando se trata da identificação de animais, a imagem fornece pistas – partes específicas do corpo do animal (cabeça, olhos, pescoço, costas, etc.) – que são processadas precocemente no córtex visual. Essas pistas correspondem a *Índices*, ou seja, partes da informação que sinalizam um objeto particular. No processamento da informação visual, os *Índices* precedem os *Sinais Icônicos* – marcas ou símbolos contidos na imagem visual. Os *Índices* são assimilados de maneira mais natural do que os *Sinais Icônicos*, que necessitam de uma interpretação e, por isso, tendem a ser assimilados mais tardiamente. Na identificação de animais no ambiente natural, o sinal do *Índice* é mais básico do que o sinal *Icônico*, pois além da presença de uma presa ou predador, ele aponta o local onde o animal está escondido. Além disso, para os caçadores pré-históricos, os *Índices* poderiam demonstrar aspectos do comportamento animal que eram necessários conhecer, para a sobrevivência desses primeiros humanos.

Este cenário é sustentado pelo fato de que existe uma via neural que liga o córtex visual ao córtex límbico (emocional). A amígdala do sistema límbico humano (cérebro emocional) responde mais aos estímulos visuais que correspondem a imagens de animais do que outros objetos, o que reflete na importância da percepção rápida de animais no ambiente, para a evolução da espécie humana.

A via neural que parte do córtex visual para o sistema límbico, para a identificação de imagens de animais, sugere que as características dos animais representados nas pinturas rupestres possuem um traçado preciso porque elas induzem uma resposta emocional muito forte relacionada à sobrevivência.

2.9 DAS PAREDES AOS QUADRINHOS: A EVOLUÇÃO DA NARRATIVA GRÁFICA

Todos os temas retratados nas imagens pictóricas constituem a primeira redação da expressão paleolítica, uma gramática que leva aos primeiros pictogramas, à narrativa gráfica, ou seja, são consideradas as primeiras tiras das histórias em quadrinhos da humanidade (Fig. 11).

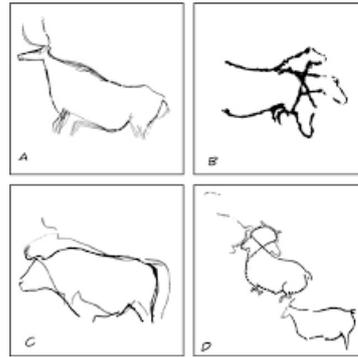


Figura 11 - Piteco por Shiko, 2013

As noções de movimento e de tempo, já presentes nas imagens rupestres, se repetem nas imagens das histórias em quadrinhos através do que se conhece como *linhas* ou *imagens cinéticas* (Fig. 12), que auxiliam na compreensão do movimento da imagem (RAMOS, 2018).



Figura 12 - Asterix, por Goscinny & Uderzo

A narrativa visual se faz presente e necessária ao longo da história da humanidade. pinturas rupestres registram eventos cotidianos e feitos heróicos. Das pinturas das tumbas e hieróglifos egípcios, de cerca de 1300 a. C., passando pelos exemplos que sobreviveram da arte seqüencial medieval, tal como a Tapeçaria de Bayeux (Fig. 13) – uma peça de tecido bordado de 70 metros de comprimento que retrata a conquista da Inglaterra pelos normandos, de cerca de 1100 –, até os códices mexicanos, uma forma primitiva de livro encadernado (Fig. 14), homens e mulheres criaram imagens que contavam histórias, geralmente sobre aventuras ou feitos fantásticos. Os primeiros exemplos de narrativa ilustrada – uma história contada através de imagens sequenciais e palavras – que sobreviveram incluem as frisas gregas e a Coluna de Trajano, em Roma, do ano 113 (Fig. 15). Desde que manuscritos ilustrados e versões desenhadas da Bíblia foram utilizados para espalhar a “palavra” aos analfabetos (como a *Biblia pauperum*, ou Bíblia dos Pobres) (Fig. 16), o desejo de se comunicar por meio de histórias contadas em desenhos tem sido irresistível (ROBB, 2017).

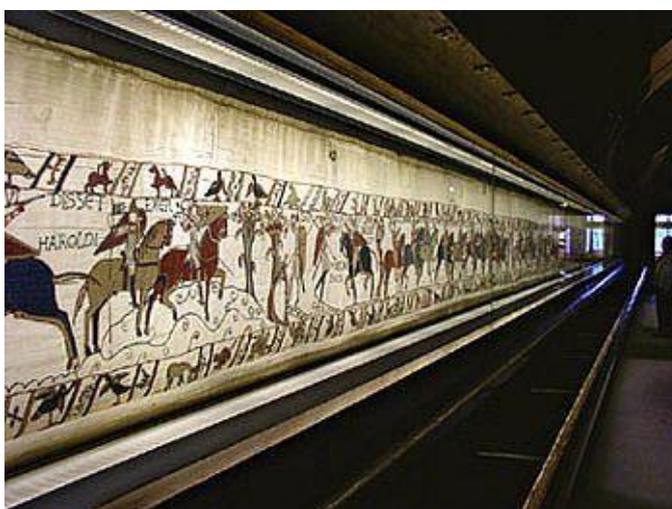


Figura 13 - Tapeçaria de Bayeux



Figura 14 - Códices Mexicanos



Figura 15 - Coluna de Trajano. Roma. Foto: Marcelo Albuquerque, 2015



Figura 16 - Biblia pauperum. 1420 - 1470

Para a maioria desses exemplos, o leitor ou espectador tinha que ir até a história, pois ela se encontrava em uma localização geográfica física, era pintada diretamente ou ficava pendurada numa parede. Foi apenas com a invenção de técnicas mecânicas de impressão no século XV e o posterior desenvolvimento de uma mídia de massa no Ocidente que a narrativa gráfica chegou até o leitor (ROBB, 2017).

Por volta dos séculos XVII e XVIII, surgiram os primeiros periódicos – jornais ilustrados, impressos regularmente com informações e atualidades – na Europa, primeiramente na Alemanha. A maior parte dos primeiros materiais impressos era religiosa, mas, por volta do século XVIII, artistas como o pintor e gravurista William Hogarth, e os caricaturistas James Gillray e Thomas Rowlandson combinaram imagens e desenhos para comentar política, moda e costumes sociais. Hogarth fortalecia as imagens satíricas com legendas de texto (prenunciando os balões de fala das revistas em quadrinhos). Antes de Hogarth e seus contemporâneos, convencionou-se usar “pergaminhos de fala” nos períodos medieval e renascentista, e em algumas artes mesoamericanas antigas – literalmente, um pergaminho que se desdobrava da boca com um texto indicando o que eles pensavam ou diziam. Hogarth combinou a atribuição de fala com uma série de imagens em sequência para frisar um argumento ou contar uma história.

No início do século XIX, as histórias seqüenciais do artista suíço Rodolphe Töpffer eram contadas como desenhos com legendas embaixo (Fig. 17). Sua *littérature em estampes* (histórias em desenhos) era publicada como álbuns, muitas vezes com mais de 100 páginas de conteúdo. Em 1845, Töpffer resumiu a abordagem da “história em desenhos” em seu *Essai de Physiognomie* (“Ensaio sobre a fisionomia”), notando que “para construir uma história em desenhos a pessoa tem que inventar uma espécie de jogo em que as partes formem um todo satisfatório. Cria-se um livro: bom ou ruim, sério ou bobo, louco ou são” (MOYA, 1996; ROBB, 2017).



Figura 17 - M. VIEUX-BOIS. Rudolph Töpffer, 1827

Ele reconheceu o poder da combinação de imagens com texto em sequência, pois um sem o outro não conteria os mesmos significados que os leitores lhes atribuiriam combinados em interação (ROBB, 2017).

Na dinâmica dos acontecimentos, com o passar do tempo, percebe-se uma mudança de narrativa, própria das histórias em quadrinhos. É possível observar que, aos poucos, os elementos dos quadrinhos vão surgindo em forma e texto. Por exemplo, nos Estados Unidos, foi travada uma guerra de jornais entre o *New York World* de Joseph Pulitzer e o *New York Journal* de William Randolph Hearst através do uso de tiras de quadrinhos para atrair leitores. Pulitzer lançou *The Yellow Kid* (“O garoto Amarelo”) (Fig. 18) em 1895, criado pelo cartunista Richard Felton Outcault, que inovou no uso de texto de fala para indicar diálogos através dos personagens, embora muitas vezes o texto fosse escrito no camisolão de dormir do “menino amarelo” (MOYA, 1996; PATATI & BRAGA, 2006; ROBB, 2017). No mesmo período, Rudolph Dirks, criador de *Os Sobrinhos do Capitão* (Fig. 19), em 1897, além de desenvolver mais o uso dos balões de fala após Outcault, introduziu também os “balões de pensamento”, indicados por uma série de bolhas interrompidas que levava ao balão das palavras, bem como ao usar símbolos gráficos, tais como uma tora sendo serrada para significar roncões altos, e estrelas brilhantes para dor (MOYA, 1996; PATATI & BRAGA, 2006; ROBB, 2017).



Figura 18 - The Yellow Kid. Richard Oucault, 1895



Figura 19 - Os Sobrinhos do Capitão. Rudolph Dirks, 1897

Na virada para o século XX, o desenvolvimento da arte seqüencial continuava a pleno vapor. Em 1912, Hearst lançou uma página inteira de seu *New York Daily Journal* dedicada apenas às tiras, depois conhecidas coloquialmente como “quadrinhos”. Em 1922, coleções de tirinhas diárias de jornais, republicadas em formato de revistas, eram itens comuns nas bancas de jornais dos Estados Unidos. O palco estava montado para a ascensão dos quadrinhos coloridos (ROBB, 2017).

Na primeira metade do século XX, os quadrinhos ganham em estética e realismo nas mãos de artistas como Hal Foster, criador do *Príncipe Valente* (1937) (Fig. 20). Sua pesquisa de época, sua cultura, o conhecimento da história, da natureza e da psicologia, o apuro no uso dos planos, da relação texto e desenho (sem utilizar os “balões de fala”) fizeram dele não só um dos grandes

desenhistas dos quadrinhos, mas também um dos maiores ilustradores da época medieval de todos os tempos (MOYA, 1996).



Figura 20 - *Príncipe Valente*. Hal Foster, 1937

A partir da segunda metade do século XX, algumas histórias em quadrinhos, ainda da primeira metade do século, baseadas nos clássicos da literatura, são vistas como modelos de construção de uma sociedade moderna. Alex Raymond, com um visual fantástico em seu *Flash Gordon* (Fig. 21), não só ampliou o mundo de Júlio Verne, como conseguiu antever o *design* do futuro. Seu ritmo, suas linhas, as composições, os traços, as figuras em movimento, os cenários, as astronaves, as roupas, as cidades imaginárias, o mundo do planeta Mongo, a antevisão de coisas que muito tempo depois, aconteceram, fizeram dele um visionário que transformava em realidade sua fantasia sem limites e sem concorrência no mundo contemporâneo. A Força Aérea norte-americana solicitava ao *King Features Syndicate*, a empresa responsável pelo lançamento das tiras diárias de *Flash Gordon*, as provas dos capítulos de ficção científica, antecipadamente, pois Raymond conseguia tornar viável, através de suas linhas, a aerodinâmica que viria a ser utilizada pelos aviões a jato. Além disso, a NASA, em seu programa espacial, conseguiu resolver diversos problemas técnicos graças às coleções de velhos quadrinhos dos seus cientistas, imobilizados por situações que pareciam insolúveis, mas que encontraram uma saída ao tornar realidade os desenhos de Alex Raymond (MOYA, 1996). A narrativa visual dos quadrinhos ganha uma outra dimensão, quando estão a serviço da imaginação usada pela ciência para o desenvolvimento de novas tecnologias.

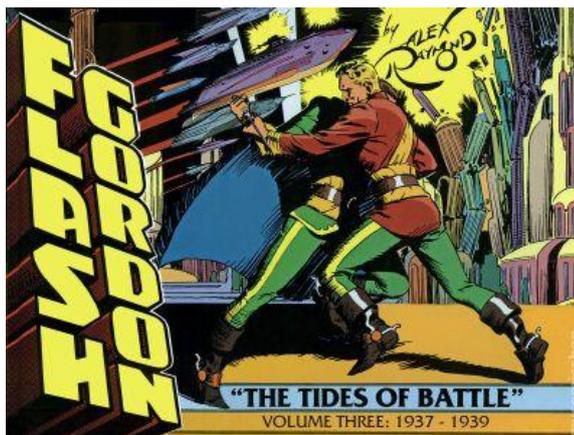


Figura 21 - *Flash Gordon*. Alex Raymond, 1934)

Até aqui foi realizada uma análise histórica da evolução do uso da narrativa visual em diversos aspectos. O próximo passo é entender a dinâmica da fusão entre a narrativa gramatical e a narrativa visual nas histórias em quadrinhos. Com isso, compreende-se que a leitura de quadrinhos pode ajudar na organização cerebral para outras modalidades de leitura, uma vez que o cérebro busca padrões estabelecidos no ambiente para organizar ações e o próprio pensamento, a mesma habilidade exigida na leitura de imagens em sequência.

Por mais de um século os autores de tiras e histórias em quadrinhos vêm se desenvolvendo em seu trabalho de interação entre imagens e palavras. Durante esse processo, conseguiram uma hibridação bem-sucedida de ilustração e prosa.

As histórias em quadrinhos apresentam uma sobreposição de palavra e imagem, e, assim, é preciso que o leitor exerça as suas habilidades interpretativas visuais e verbais. As regências da arte (por exemplo, perspectiva, simetria, pincelada) e as regências da literatura (por exemplo, gramática, enredo, sintaxe) superpõem-se mutuamente. A leitura da história em quadrinhos é um ato de percepção estética e de esforço intelectual (EISNER, 2015).

Em sua expressão mais simples, os quadrinhos empregam uma série de imagens repetitivas e símbolos reconhecíveis. Quando são usados vezes e mais vezes para expressar idéias semelhantes, tornam-se uma linguagem. E é essa aplicação disciplinada que cria a “gramática” da arte seqüencial.

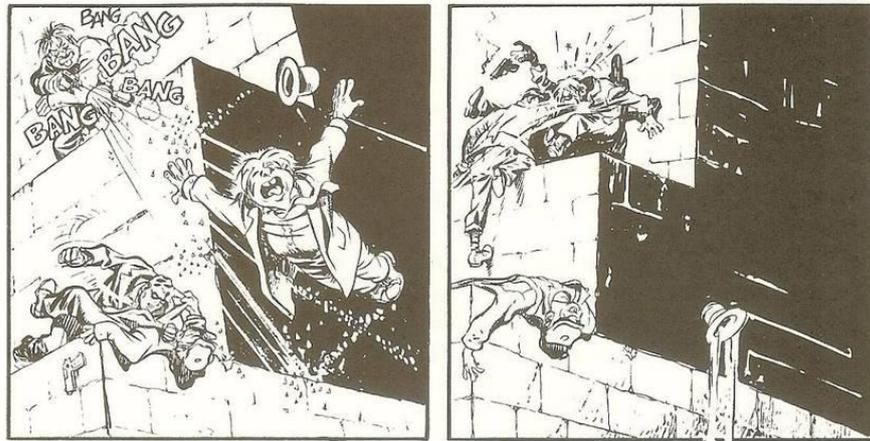
Will Eisner apresenta um bom exemplo para a “gramática” da narrativa visual, que é a conclusão da história de “Gerhard Shnobble”, presente em uma das histórias de *Spirit*, intitulada “Vida e Morte de Gerhard Shonobble”. É a história de um homem que, justamente quando está determinado a revelar ao mundo a sua habilidade de voar, é atingido por uma bala perdida, e tem seu segredo guardado para sempre por sua morte absurda (Fig. 22).

A página de conclusão retrata a morte de Gerhard, quando ele é atingido por acaso durante um tiroteio no alto de um edifício. O primeiro quadrinho oferece ao leitor o clímax da história. A descrição da ação nesse quadro pode ser esquematizada como uma sentença. Os predicados do disparo e da briga pertencem a orações diferentes. O sujeito do “disparo” é o vilão, e Gerhard Shnobble é o objeto ditreto. Os vários modificadores incluem o advérbio “Bang Bang” e os adjetivos da linguagem visual, como postura, gestual e expressão facial.

O segundo quadro conclui o subenredo e novamente usa a linguagem do corpo e a organização do padrão gráfico para delinear os predicados.

A transição final exige que o leitor rompa com a convenção de leitura da esquerda para a direita (padrão Ocidental). O olho segue a corrente de ar para baixo, passando por um fundo vago, até chegar ao corpo sólido no chão, e então salta de novo para cima, para ver a nuvem pontilhada na qual Gerhard aparece ressuscitado. Esse é um salto exclusivo da narrativa visual. O leitor tem de fazer uso implícito de um conhecimento das leis da física (gravidade, gases, etc.) para “ler” essa passagem.

O texto que a acompanha acrescenta alguns pensamentos, não ilustrados, em letras desenhadas à mão num estilo que se harmoniza com o sentimento expresso pela mensagem. O tratamento visual das palavras como formas da arte gráfica faz parte do vocabulário (EISNER, 2015).



E ENTÃO... SEM VIDA ...
GERHARD SHNOBBLE DESCEU
AO CHÃO.

MAS NÃO CHORE
POR SHNOBBLE...

ANTES, DERRAME UMA LÁGRIMA
POR TODA A HUMANIDADE...

POIS, NINGUÉM, EM TODA A
MULTIDÃO QUE VIU
O CORPO SER REMOVIDO... SOUBE,
OU SEQUIER SUSPEITOU, QUE
NESSE DIA GERHARD SHNOBBLE
TINHA **VOADO**.



Figura 22 - *Vida e Morte de Gerhard Shnobble*. Will Eisner, 1948

Numa história em quadrinhos, o texto pode ser lido como imagem. O letreiramento (manual ou eletrônico), tratado “graficamente” e a serviço da história, funciona como uma extensão da imagem. Neste contexto, ele fornece o clima emocional, uma ponte narrativa, e a sugestão de som. Em um excerto de *Um Contrato com Deus*, uma *graphic novel* de Will Eisner, de 1978, o uso e o tratamento do texto como “bloco” são empregados em conformidade com tal disciplina (Fig. 23).

O significado do título se expressa pelo emprego de uma configuração comumente reconhecida como uma placa. Emprega-se uma pedra – em vez de um pergaminho ou papel, por exemplo – para deixar implícita a ideia de permanência e evocar o reconhecimento universal dos dez mandamentos de Moisés sobre uma placa de pedra. Mesmo a mistura do estilo de letreiramento – letra hebraica *versus* letra romana compacta – tem como intuito reforçar essa sensação (EISNER, 2015).

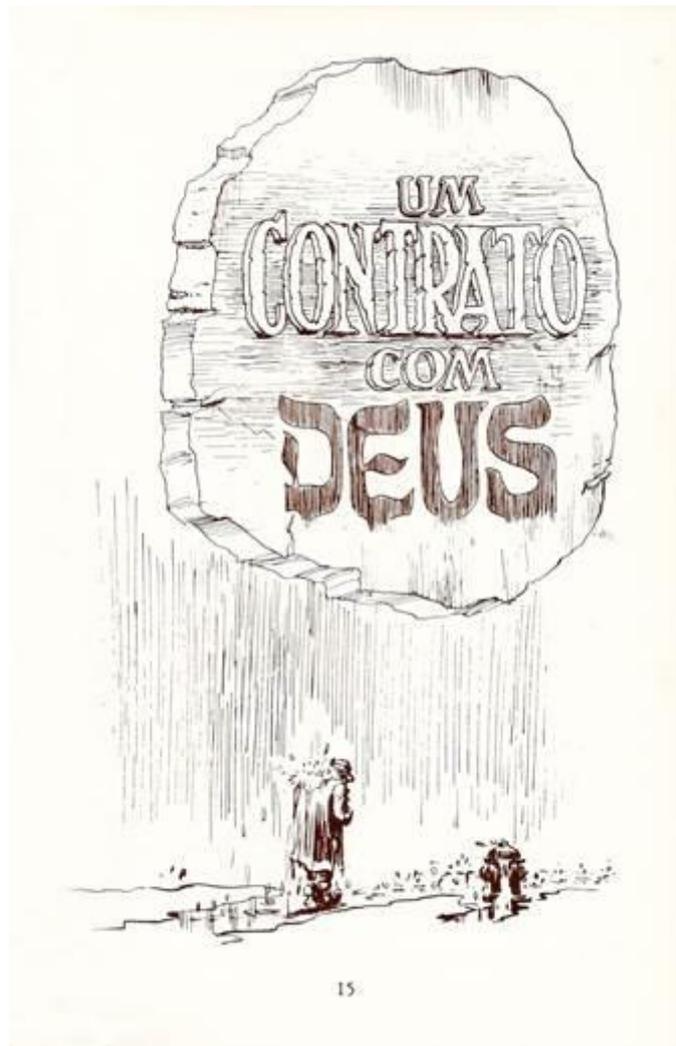


Figura 23 - *Um Contrato com Deus*. Will Eisner, 1978.

Particularmente, é importante continuar destacando nessa análise evolutiva da narrativa gráfica o trabalho dado à fusão texto-imagem por Will Eisner, que criou uma linguagem visual revolucionária, com tomadas de cenas, cortes, ângulos insólitos, uso do som e das sombras, de forma incrivelmente original. Eisner faz o leitor de quadrinhos entender a imagem como uma forma de comunicação. Segundo ele, a compreensão da imagem requer um compartilhamento de experiências. Portanto, para que sua mensagem seja compreendida, o artista sequencial deverá ter uma compreensão da experiência de vida do leitor. E ainda afirma que é preciso que se desenvolva uma interação, porque o artista está evocando imagens armazenadas na mente de ambas as partes. O êxito ou o fracasso desse método de comunicação depende da facilidade com que o leitor reconhece o significado e o impacto emocional da imagem. Portanto, a competência da representação e a universalidade da forma escolhida são cruciais (EISNER, 2015). Neste ponto, é possível pensar nas imagens pictóricas dos primeiros humanos como formas impactantes tanto emocional quanto cognitivamente, pois elas já poderiam ser capazes de evocar nas primeiras mentes humanas seus significados, suas intenções e suas emoções.

2.10 A NEUROBIOLOGIA DA ARTE SEQUENCIAL: NARRATIVA GRAMATICAL E NARRATIVA VISUAL

O desenho é um aspecto fundamental da expressão comunicativa humana, e as imagens sequenciais têm sido usadas para transmitir informação desde as pinturas das cavernas. O uso das narrativas visuais das histórias em quadrinhos tem se revelado uma eficiente ferramenta para o estudo do processamento cerebral da leitura. Uma questão central acerca das narrativas visuais é: *como a sequência de imagens faz sentido para o leitor?* A neurociência da cognição argumenta que as imagens sequenciais usam uma espécie de “gramática” que organiza atributos categóricos de forma hierárquica. Enquanto a sintaxe gramatical organiza as estruturas de uma frase no discurso, os quadrinhos fazem a mesma coisa utilizando unidades visuais. Por exemplo, a sintaxe pode organizar a seguinte situação: “*O Homem-aranha prendeu o vilão em suas teias*”. Do mesmo modo, a narrativa visual apresenta a sequência de imagens do personagem em ação, ou seja, o Homem-aranha prendendo o vilão em suas teias. Aqui há uma noção direta do tempo, apresentando toda a ação (como visto em algumas pinturas rupestres) (COHN et al., 2014).

Assim como no discurso verbal, muitos trabalhos sobre imagens sequenciais focam nas relações lineares entre um quadro e outro, que constituem a narrativa gráfica das histórias em quadrinhos. McCloud (2005) propõe um modelo que apresenta seis tipos de “transições”

lineares entre os quadrinhos (painéis). As transições de McCloud abordam um equilíbrio entre campos semânticos e coesão referencial, durante a leitura de imagens sequenciais. Os campos semânticos descrevem como as imagens individuais podem possuir um mesmo significado. Por exemplo, imagens separadas da cabeça e das pernas de um cavalo, de um jóquei, e de uma platéia, remetem a ideia de uma “corrida de cavalos”. A coesão referencial envolve a repetição dos personagens nos quadros ou painéis (COHN et al., 2012).

Segundo McCloud (2005), nos quadrinhos, a maioria das transições lineares ou “quadro-a-quadro” pode ser dividida nas seguintes categorias: (1) *Momento-a-momento*, baseada em sequências simples de aproximação das imagens ou de afastamento, assim como mudanças sutis de expressões dos personagens, e que exigem pouquíssima conclusão; (2) *Ação-para-ação*, que apresentam um único tema em progressão distinta; (3) *Tema-para-tema*, que permanece dentro de uma cena ou ideia e contém um grau de envolvimento necessário para o leitor dar sentido a essas transições; (4) *Cena-a-cena*, na qual o leitor tem a oportunidade de expressar um raciocínio dedutivo para a compreensão de distâncias significativas de tempo e espaço; (5) *Aspecto-para-aspecto*, que supera o tempo em grande parte e estabelece um olho migratório sobre diferentes aspectos de um lugar, ideia ou atmosfera; e (6) *Non-sequitur*, que se trata de uma transição sem uma sequência lógica entre os quadros (Fig. 24).

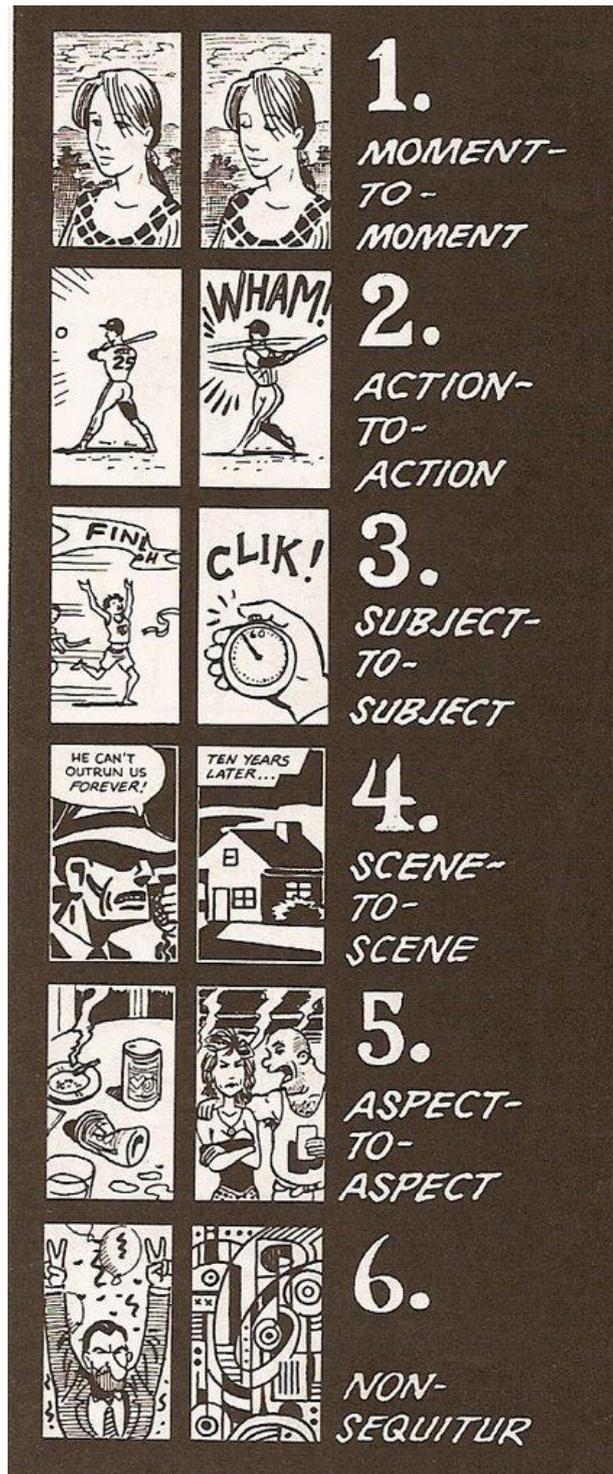


Figura 24 - *Transições Quadro-a-quadro*. Scott McCloud, 2005.

As últimas teorias sobre o significado das seqüências de imagens apontam para mudanças semânticas lineares, de uma imagem para outra. Essas mudanças envolvem dimensões de tempo, personagens, localização espacial e causalidade, e requerem uma atualização dos modelos mentais construídos a partir da compreensão do discurso (McCLOUD, 2005; COHN, 2014).

A primeira abordagem sobre o significado e a compreensão de imagens sequenciais propôs um modelo com elementos baseados em mudanças espaciais relativas aos pontos de vista da cena, mudanças entre os personagens, e mudanças no tempo. Tal abordagem revelou que relações lineares entre os quadros desempenham um papel funcional semelhante aos das categorias de narrativas tradicionais. Essa abordagem ficou conhecida como “Gramática da Narrativa Visual” (COHN, 2013; COHN, 2014).

A Gramática da Narrativa Visual utiliza categorias básicas da narrativa para organizar as sequências de imagens:

Establisher: categoria que introduz de maneira passiva as relações entre os elementos da cena;

Initials: categoria que retrata o início de um evento ou interação;

Peaks: categoria que revela o clímax da história;

Releases: categoria que retrata a resolução ou desfecho dos eventos.

Todas essas categorias juntas e em ordem formam o núcleo de um arco narrativo.

Neil Cohn (2014) utiliza os quadrinhos da obra *Sinfest* de Tatsuya Ishida (2008) para ilustrar como funciona o arco narrativo baseado nas categorias da Gramática da Narrativa Visual. Na sequência (Figura 25) pode-se notar um *Establisher* no primeiro quadrinho que revela, passivamente, a relação introdutória entre um gato e uma árvore. No segundo quadrinho (*Initial*), o gato inicia o seu movimento de escalada da árvore. O terceiro quadrinho apresenta o clímax da história (*Peak*), quando o gato triunfa, alcançando o topo da árvore. Num segundo momento, ainda na Figura 24, um outro *Establisher* introduz a relação entre o gato e o cão, ainda de forma passiva. O cão tenta subir na árvore (*Initial*), mas cai no chão (*Peak*), e o gato acha engraçado (*Release*). A próxima sequência ainda na Figura 24 estabelece uma relação entre o cão e um toco de árvore (*Establisher*), no qual ele sobe (*Initial*) e, num clímax final, sente seguro (*Peak*).

A Narrative Structure: Original Sequence

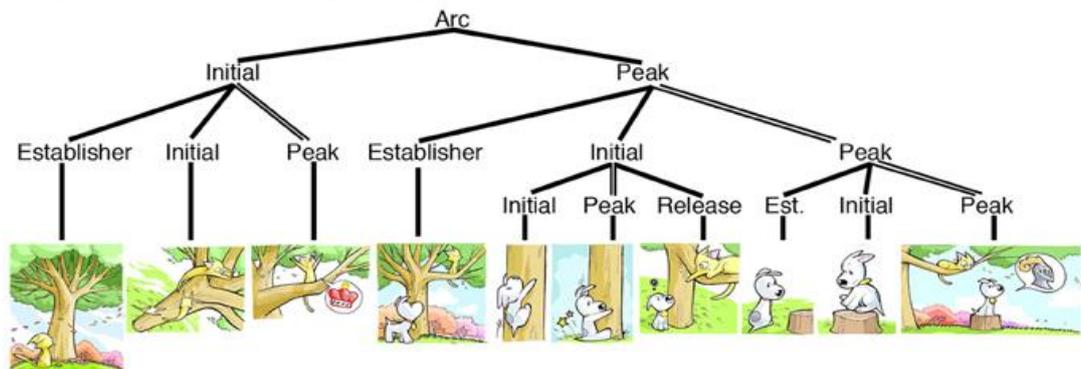


Figura 25 - *Sinfest*. Ishida, 2008.

Algumas histórias em quadrinhos não seguem a sequência tradicional, disponibilizando novos arranjos no layout da página e formando uma Estrutura de Composição Externa, que não compromete a compreensão da história em si. Este tipo de rearranjo ocorre tipicamente nas tiras de quadrinhos dos jornais, que podem ser apresentadas de forma horizontal, empilhadas verticalmente, ou qualquer outra disposição (COHN, 2014). Na figura 26, observa-se uma ação do Superman com um layout de página inteira totalmente vertical.



Figura 26 - *Revista Superman #212*. Jim Lee, 1987.

Tipicamente, no mundo ocidental, o layout das páginas das histórias em quadrinhos segue uma sequência de leitura da esquerda para a direita e de cima para baixo, num *padrão Z*, herdado do sistema alfabético de escrita (COHN, 2013; COHN & CAMPBELL, 2015). No entanto, cada quadro ou painel pode ser apresentado separadamente um do outro, ou sobrepostos, ou ainda totalmente desconcertados uns dos outros. Na figura 27, observa-se quadrinhos sobrepostos, fora do alinhamento padrão, assim como balões de fala atravessando de um quadrinho para outro, exibindo uma fluidez do discurso inserido na imagem.



Figura 27 - *Scooby Apocalypse Vol.1*, Giffen, DeMatteis, Porter, 2018.

2.11 O “HOMO SAPIENS EMOTIOALIS”

A presente pesquisa sugere ainda que o cérebro moderno se estabeleceu na espécie humana a partir dos primeiros *Homo sapiens sapiens*, e que ganhou evidências com as pinturas rupestres do Paleolítico Superior (aproximadamente de 40 a 10.000 a. C.), e que mudanças anatômicas sofridas por este cérebro, desde o seu surgimento, é que foram determinantes para habilidades exclusivas da espécie humana. A arte rupestre, de fato, tornou evidente a *criatividade* e a *imaginação* como marcas da capacidade cerebral do Homem Moderno. Alterações significativas da vascularização cerebral surgem no cérebro humano moderno e o diferencia dos demais hominídeos e dos outros primatas.

Estudos fisiológicos do fluxo sanguíneo craniano nos hominídeos sugerem que a postura corporal ereta, que selecionou a espécie para o bipedalismo, foi fruto de adaptações na distribuição de sangue, principalmente para o *plexo venoso vertebral* (Fig. 28). O aumento da frequência de canais ósseos da caixa craniana (forames) para a passagem dos vasos sanguíneos para o cérebro foram determinantes para a espécie humana desde seus antepassados hominídeos (FALK, 1986).

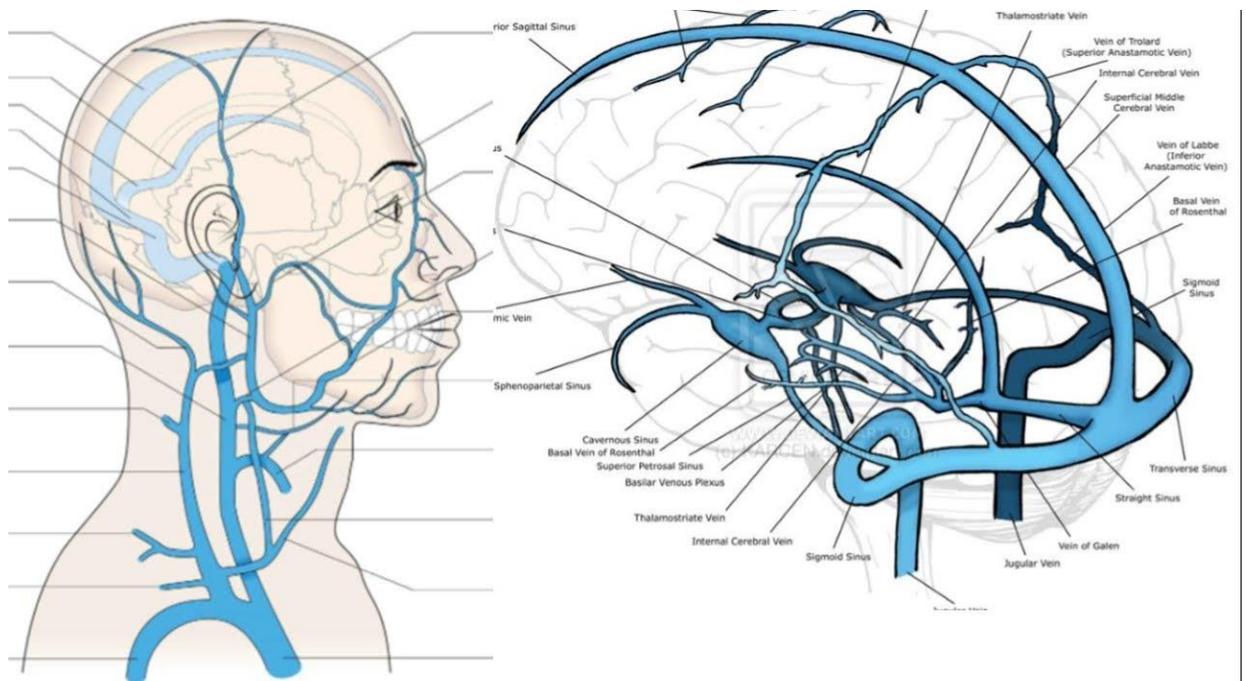


Figura 28 - Plexo Venoso.

Em humanos, o sistema de seios venosos drena sangue para a *veia jugular interna* e, especialmente, para o *plexo vertebral*, através de numerosos pequenos canais ao redor do *Foramen Magnun*. O *plexo venoso vertebral* (Fig. 29) é o maior canal de drenagem venosa cerebral presente na postura bípede (FALK & CONROY, 1983).

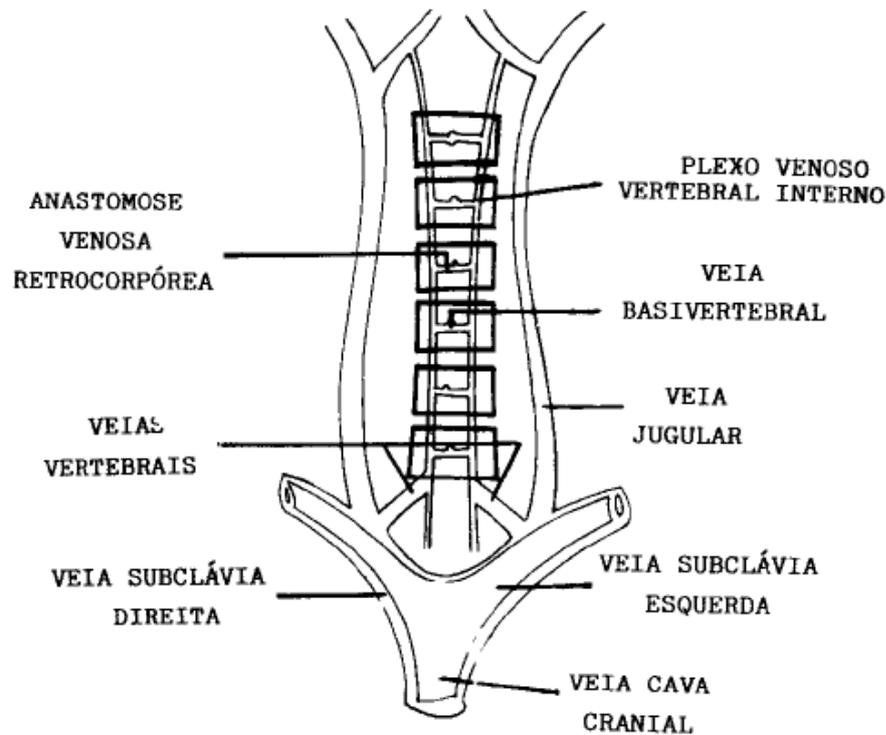


Figura 29 - Visão esquemática do Plexo Venoso na coluna vertebral.

Há uma relação direta entre a pressão venosa vertebral e a pressão cérebro-espinhal. Por exemplo, um indivíduo em decúbito dorsal (ou um quadrúpede), a pressão do fluido cérebro-espinhal, na região lombar é igual à pressão no bulbo da jugular superior (cerca de 10cm H₂O). Entretanto, uma mudança na posição corporal para a postura ereta produz uma alteração da pressão hidrostática tal que a pressão do fluido cérebro-espinhal fique abaixo da pressão atmosférica (-5cm H₂O) e a pressão lombar do fluido cérebro-espinhal aumente para acima de 40cm H₂O. A pressão negativa só pode ser mantida pelos *seios da dura-máter* e pelo *plexo vertebral interno*. Tais estruturas venosas funcionam como um sifão que ajuda na perfusão do cérebro. Em decúbito dorsal, o sangue é distribuído para o cérebro numa pressão de, 85 mmHg, aproximadamente, mas na posição ereta essa pressão arterial é menor, em parte devido à altura do cérebro em relação ao coração. Essa queda de pressão arterial é compensada pela redução da pressão venosa cerebral para níveis abaixo do valor atmosférico. Assim, durante uma expiração forçada, na posição ereta, o fluxo venoso intracraniano drena o sangue para regiões de baixa pressão que formam o *plexo vertebral*. E, nessa posição

corporal, durante uma inspiração forçada, o sangue tende a fluir através do sistema jugular interno. Logo, a característica principal do sistema circulatório venoso associado ao bipedalismo é a habilidade de o sangue fluir tanto para o sistema vertebral quanto para o sistema jugular interno, dependendo da postura corporal e dos movimentos respiratórios (FALK & CONROY, 1983; FALK, 1986).

Se, evolutivamente, o surgimento de um sistema venoso, ao longo da espécie humana, foi capaz de provocar mudanças posturais (bipedalismo) que foram determinantes para o desenvolvimento do cérebro moderno (CHILDE, 1973; FALK & CONROY, 1983; FALK, 1986; HARARI, 2016), esta pesquisa acredita que o surgimento da nova vascularização na espécie associada a um aumento considerável do volume cerebral e da sua encefalização foram os fatos marcantes para a exibição de novas habilidades específicas, como a criatividade e a imaginação, e que a arte pictográfica que originou a arte sequencial moderna pode ser um modelo de análise investigativa que corrobore com tal relação.

A partir deste ponto, esta pesquisa busca ligações entre a análise evolutiva do cérebro humano para a imaginação criativa, e as suas evidências capturadas em dados neurofisiológicos.

2.12 ATIVIDADE ELETRODÉRMICA

2.11.2 Histórico

Desde os séculos XVIII e XIX, a ciência desenvolve métodos para rastrear os registros fisiológicos do corpo humano e suas possibilidades de uso clínico e terapêutico.

A teoria de Galvani sobre os fatores elétricos no nervo e na ação muscular abriu uma visão sobre os processos vitais como sendo de natureza elétrica. Aplicações médicas da eletricidade começaram imediatamente e se tornaram amplamente aceitas: a partir de 1840, as características elétricas do corpo forneciam não somente uma base para a teoria das doenças, assim como para diagnósticos e terapias. Materialistas do século XIX foram fortemente atraídos por tal teoria física (NEWMANN & BLANTON, 1970; WULF, 2016).

No século XIX, acreditava-se que as doenças do sistema nervoso poderiam ser diagnosticadas através da medição das mudanças na distribuição da corrente elétrica no corpo

do paciente e da sensibilidade de partes do corpo à estimulação por uma corrente apropriada, e que poderiam ser tratadas com eletricidade (NEWMANN & BLANTON, 1970).

A pesquisa básica em eletrofisiologia foi desenvolvida por DeBois-Reymond, na Alemanha, cujo o primeiro de dois volumes sobre eletricidade animal foi publicado entre 1848-49. Ele realizou um experimento no qual submetia as mãos e os pés dos voluntários em uma solução de sulfato de zinco e observava a passagem de uma corrente elétrica de uma parte do corpo para outra, que acabava contraindo. Ele considerou o fenômeno como sendo potências de ação musculares (NEWMANN & BLANTON, 1970; BOUCSEIN, 2012).

Na década de 1860, durante a reforma do Hospital Salpêtrière, em Paris, houve a necessidade de alocar, no mesmo pavilhão, pacientes portadores de histeria com pacientes portadores de epilepsia. Tal medida acabou confundindo os diagnósticos de cada caso, pois alguns pacientes histéricos passavam a simular as convulsões apresentadas pelos pacientes epiléticos. Neste período, Charcot, o maior neurlogista clínico de seu tempo, desenvolveu uma série de experimentos para distinguir os sintomas “genuínos” dos sintomas “simulados” por aqueles pacientes. Ele recorreu a um velho pensamento, mas que ainda continuava a vigorar nas ciências médicas e experimentais – o magnetismo animal – baseado nos estudos de Burq (1853), cuja teoria admitia que corpos metalizados ou magnetizados redirecionavam a distribuição de forças elétricas (NEWMANN & BLANTON, 1970).

Charcot descreveu e batizou um fenômeno de *transferência* (*transfert*), que consistia no deslocamento da contratura ou paralisia de um membro para o seu oposto. Tal procedimento impedia a deterioração definitiva do membro lesado, ao permitir – por via da *transferência* – liberá-lo para a reabilitação. Uma série de materiais foram utilizados para produzir a transferência, entre eles a eletricidade, os solenóides e os ímãs (RUBIN, 2017).

No século XIX, o Hospital Salpêtrière já possuía todo o aparato e equipamento para o uso da eletricidade estática na eletroterapia denominado “banho de eletricidade estática”. No qual o paciente se sentava em um banquinho isolado em contato com um eletrodo, e um gerador era usado para criar uma carga estática que, quando descarregado, causava pilo-ereção (Fig. 30).

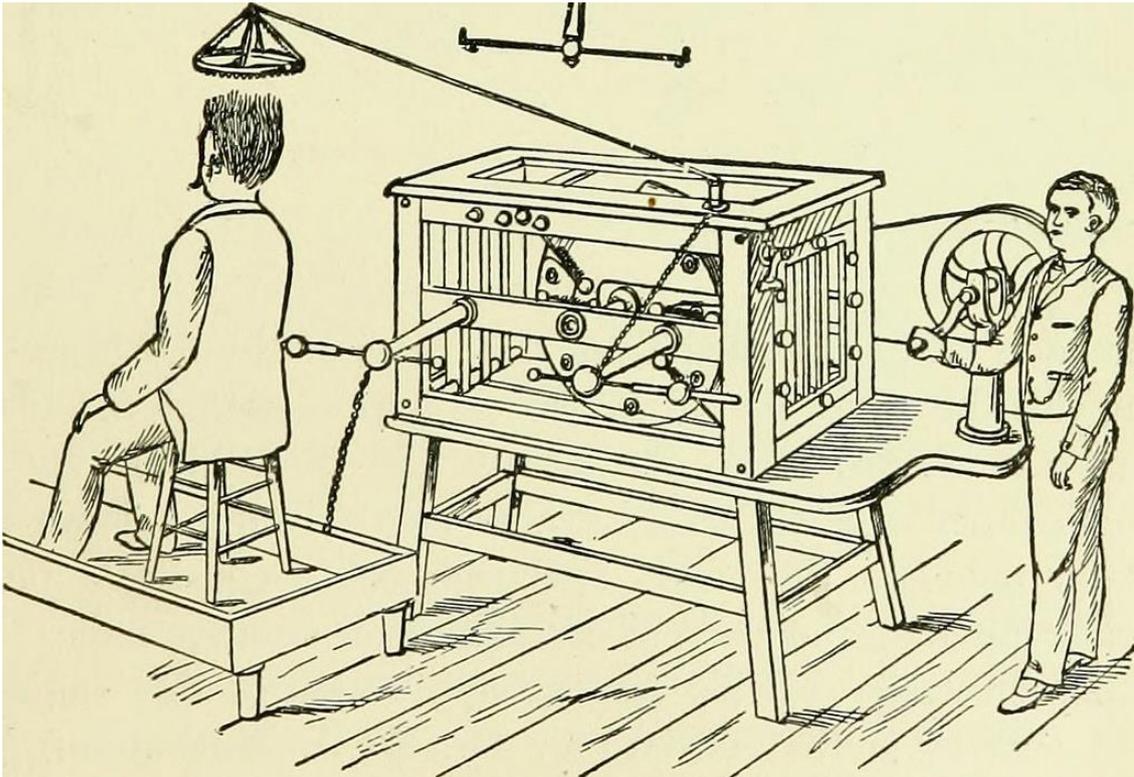


Figura 30 - Liebeg, G.A., & Rohé, G.H. *Practical electricity in medicine and surgery* – Philadelphia. F.A. Davis, 1890.

Em 1877, Romain Vigouroux, médico eletroterapeuta que trabalhava no Salpêtrière, fez as primeiras observações que relacionavam fatores psicológicos com o fenômeno eletrodérmico, e, com isso, argumentava que os sucessos obtidos tanto na metaloterapia quanto na eletroterapia se deviam ao fato de que ambas eram capazes de mudar a tensão elétrica de uma parte do corpo, assim como de mudar o fluxo sanguíneo e a condução nervosa. Em alguns experimentos, ele usou a resistência da pele como variável experimental, para medir a Resistência Basal da Pele, ou seja, o nível de resistência elétrica da pele, em casos clínicos de anestesia histérica em áreas do corpo conhecidas por apresentar diferenças de sensibilidade na pele. Ele posicionava um magneto na área afetada a fim de transferir a anestesia para uma área saudável do corpo, que revelava uma alta Resistência Basal da Pele. Ao medir as mudanças de resistência da pele nos casos de pacientes com anestesia histérica, ele supôs que ambos os fenômenos dependiam de processos centrais. Contudo, ele não acreditava que as mudanças de resistência da pele eram produzidas pela própria pele, mas sim, por uma alteração na condução do fluxo sanguíneo na pele, controlada pelo sistema nervoso autônomo (NEWMANN & BLANTON, 1970; BOUCSEIN, 2012).

O primeiro experimento que apresentou uma conexão entre a atividade de glândulas sudoríparas e o fluxo de corrente elétrica na pele foi feito na Suíça, por Hermann e Luchsinger, em 1878. Eles realizaram uma estimulação elétrica no nervo ciático de um lado do corpo de um gato sedado que resultou em uma secreção de suor e em uma corrente elétrica na planta do pé do mesmo lado do corpo do animal. Injeções de sulfato de atropina aumentavam a latência da corrente, diminuindo sua intensidade, até que fosse interrompida, assim como a secreção de suor. Três anos depois, Hermann repetiu o experimento de DeBois-Reymond, e descobriu que as áreas que mais produziam suor, como a palma das mãos e os dedos, apresentavam uma corrente elétrica na pele maior que outras áreas corporais como o pulso e o cotovelo. Tal experimento apontou para a importância das glândulas sudoríparas no fenômeno eletrodérmico.

A descoberta essencial do fenômeno eletrodérmico é, contudo, atribuída ao neurologista francês Féré (1888) (Fig. 31) e ao fisiologista russo Tarchanoff (1889). Féré fez uso de uma corrente direta externa e observou uma diminuição da resistência da pele seguida de estimulação sensorial ou emocional em pacientes histéricos. Tarchanoff adotou um método endossomático, isto é, o registro do potencial elétrico da pele observado a partir de atividades internas do corpo como, por exemplo, a estimulação sensorial, a imaginação, o cálculo mental e as contrações voluntárias dos músculos. Em 1890, Tarchanoff propôs que o fenômeno eletrodérmico era o resultado da atividade da glândula sudorípara ativada pelos nervos secretores (BOUCSEIN, 2012).



Figura 31 - *Une leçon clinique à La Salpêtrière*, por André Bouillet, 1887⁹.

Entre 1928 e 1929, Gildemeister e Rein tiveram uma contribuição decisiva para as origens da atividade eletrodérmica endossomática, quando restringiram, pela primeira vez, o local da origem do potencial elétrico da pele.

Em 1929, Richter foi o primeiro a estabelecer a hipótese de um mecanismo causal para a atividade eletrodérmica incluindo tanto os mecanismos epidérmicos os mecanismos das glândulas sudoríparas os quais ainda são considerados válidos.

O advento do osciloscópio, do polígrafo e do computador contribuiu consideravelmente para a pesquisa em torno do fenômeno eletrodérmico e suas aplicações, durante a segunda metade do século XX. Tanto Bloch, em 1952, trabalhando com humanos, quanto Ladpli e Wang, em 1960, investigando a atividade eletrodérmica em gatos, estavam equipados com polígrafos, para registrá-las, simultaneamente, em diferentes partes do corpo. Wang, em 1964, adicionou muito conhecimento sobre os mecanismos centrais da atividade eletrodérmica, usando métodos apropriados em gatos, provocando lesões em diferentes níveis do sistema nervoso central. Embora esses resultados com animais não possam ser generalizados para os humanos, muito do conhecimento sobre a origem central da atividade eletrodérmica é baseado na pesquisa com gatos.

Alguns comportamentos que desviam do padrão também são atributos da espécie humana. A tentativa de detectar tais desvios de comportamento resultou no desenvolvimento

⁹ Nesta imagem Vigouroux é observado por Féré, sentado fundo com ar pensativo.

de tecnologias especializadas. A segunda metade do século XIX testemunhou o surgimento de técnicas e de tecnologias usadas para a detecção de comportamentos que desviavam do padrão. Nesse mesmo período surgem teorias apoiadas na crença de que tais comportamentos teriam uma origem congênita e que, portanto, poderiam explicá-los. Máquinas como o polígrafo tornam-se famosas e de aplicações variadas, inclusive na resolução criminal. Baseado na medição da pressão sistólica do sangue, o polígrafo tornou-se instrumento popular na “caça aos mentirosos”. Sua popularidade alcançou a cultura popular da época, uma vez que seu inventor – William Marston –, foi também o criador da personagem Mulher-Maravilha, em 1941 (Fig.32) . Uma figura feminina que combatia o crime usando o “laço da verdade” (BUNN, 2013; GRUBIN & MADSEN, 2005).

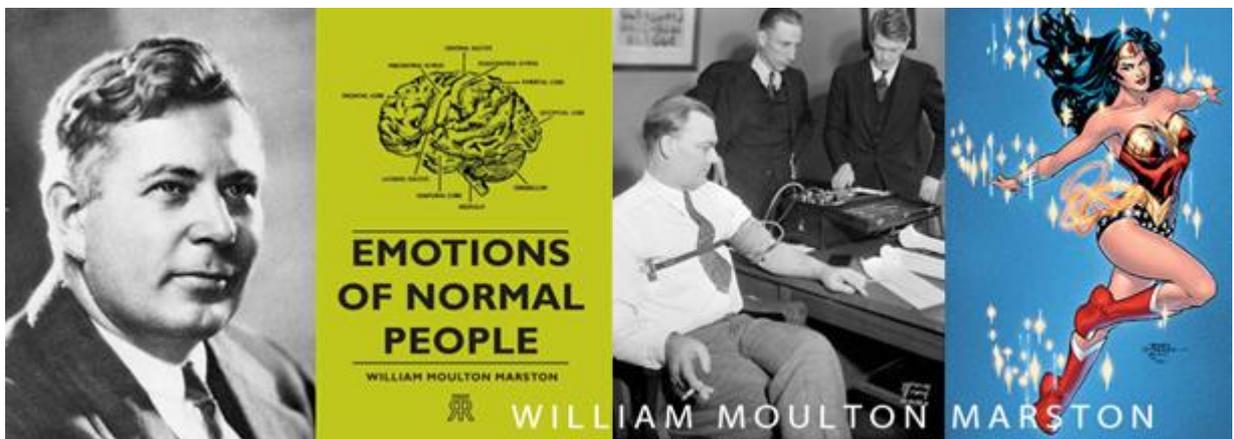


Figura 32 - William Moulton Marston.

O termo Atividade Eletrodérmica foi usado pela primeira vez por Johnson e Lubin em 1966, para se referir a todo fenômeno elétrico da pele, incluindo todas as propriedades elétricas que possam ser rastreadas na pele e seus anexos.

Apesar do progresso realizado com a pesquisa básica em torno da atividade eletrodérmica até os anos 1990, ainda há muito a ser feito, uma vez que trata-se de um fenômeno complexo. Sua pesquisa futura deve ser pautada por uma visão integrada, envolvendo princípios anatômicos, fisiológicos e físicos (BOUCSEIN, 2012).

2.12.2 Princípios Fisiológicos do Fenômeno Eletrodérmico

A pele é o maior órgão do corpo e é a principal interface entre o corpo e o ambiente. Suas funções variam desde o sistema imunológico até a produção de vitaminas, passando pela exploração sensorial e motora do meio, pela termorregulação e pela comunicação emocional (CRITCHLEY, 2002; BOUCSEIN, 2012).

A pele é densamente innervada. Particularmente, a Atividade Eletrodérmica (EDA) é caracterizada por um conjunto de mudanças da condutância elétrica da pele, causadas pela inervação autônoma das glândulas sudoríparas. Os neurônios aferentes, vindos do eixo simpático, do Sistema Nervoso Autônomo (SNA), innervam as glândulas sudoríparas e suas atividades modulam a condutância da pele (CRITCHLEY, 2002).

O SNA é responsável por processos auto-regulatórios vegetativos (temperatura corporal, batimento cardíaco, pressão sanguínea, motilidade intestinal). Tais processos mantêm a homeostase do “meio interno” do corpo (MACHADO, 2000; CRITCHLEY, 2002).

O SNA modula as funções homeostáticas para preparar e executar os movimentos do corpo. A preparação motora e o esforço do sistema esquelético-motor são acompanhados por aumentos na EDA, paralelamente com a excitação cardiovascular (aumento do batimento cardíaco e da pressão sanguínea), necessários para o comportamento motor. A atividade das glândulas contribui para a termorregulação.

Em muitos animais, incluindo os humanos, a resposta autônoma na pele (suor, pilo-ereção, alterações vasomotoras) também servem como expressões emocionais e sinais sociais que ajudam a moldar as interações entre os indivíduos (DARWIN, 2009). A atividade do Sistema Nervoso Autônomo Simpático, responsável pelo estado de “alerta” do corpo, está também relacionada à emoção, e a EDA funciona como um indicador dessa relação. As respostas da EDA são facilmente extraídas pelos estímulos ameaçadores, mas também são sensíveis a vários estímulos que diferem em seus significados motivacionais e graus de abstração cognitiva (novidade x familiaridade; perigo x recompensa; ganhos x perdas; amor x ódio). A EDA também é um indicador muito útil para a atenção, e é largamente reconhecido que os estímulos e as tarefas que envolvem atenção aumentam as respostas da atividade eletrodérmica (FOWLES et al., 1981; CRITCHLEY, 2002).

2.12.2.1 O Sistema Nervoso Autônomo na Atividade Eletrodérmica

A) Organização Geral do Sistema Nervoso Autônomo (SNA)

Neurônios pré e pós-ganglionares são os elementos fundamentais da organização do Sistema Nervoso Autônomo (SNA). Os corpos dos neurônios pré-ganglionares se encontram na medula e no tronco encefálico, enquanto que os corpos dos neurônios pós-ganglionares estão situados nos gânglios do SNA (Fig. 33) (MACHADO, 2000).

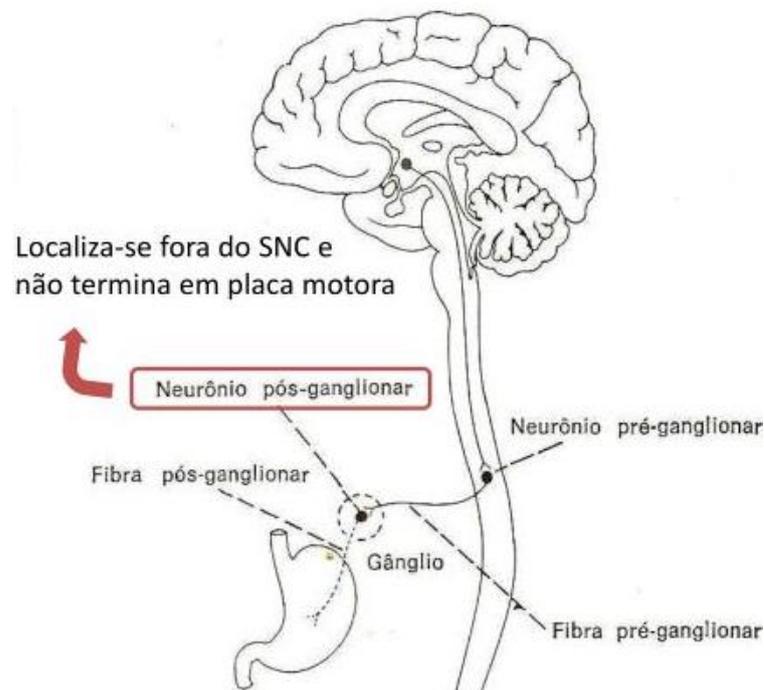


Figura 33 - Neurônio Pré-ganglionar x Neurônio Pós-ganglionar. ¹⁰

O controle neural da EDA acontece a partir de projeções de neurônios simpáticos pré-ganglionares, oriundos de estruturas e regiões cerebrais como o *hipotálamo posterior* e *telencéfalo* (região anterior do cérebro). Tais neurônios seguem o trato medular e projetam suas fibras pré-ganglionares para o gânglio simpático paravertebral, fora da medula. O gânglio paravertebral origina as fibras pós-ganglionares simpáticas. Os axônios dos neurônios pós-ganglionares circundam as glândulas sudoríparas. As fibras sudoríparas simpáticas aparecem como neurônios responsáveis pelo controle vasomotor da pele.

¹⁰ Angelo Machado – Neuroanatomia Funcional, 2000.

B) A relação entre a atividade neural e a resposta eletrodérmica: o papel das glândulas sudoríparas

A atividade eletrodérmica resulta de uma interação do componente eferente do Sistema Nervoso Autônomo (SNA) Simpático com processos locais na pele, e tal interação é capaz de medir as mudanças de estado associadas à emoção, à cognição e à atenção. Dentro do hipotálamo e do próprio tecido cerebral existem regiões envolvidas no controle homeostático da excitação simpática que coordena a atividade eletrodérmica periférica, através de conexões representadas por determinados nervos que correm junto à medula espinhal, e projetam seus axônios até as glândulas sudoríparas, estimulando sua atividade. As funções autorregulatórias dessas regiões cerebrais estão moduladas para adaptar a excitação corporal ao comportamento do indivíduo. Tais modulações se manifestam em picos discretos da atividade eletrodérmica (CRTCHEY, 2002; BOUCSEIN, 2012).

O papel das glândulas sudoríparas é fundamental na medição da atividade eletrodérmica. O segmento secretor das glândulas sudoríparas, o qual é cercado por uma camada de *células mioepiteliais*, consiste de células secretoras claras e escuras (Fig 34). As células claras produzem o fluido de secreção e as células escuras produzem a mucina, um fluido protetor da região interna do ducto secretor. O fluido de secreção (suor) possui componentes eletroquímicos, entre eles o Na (Sódio), o Cl (Cloro), e o HCO₃ (Bicarbonato), nas suas formas iônicas: Na⁺, Cl⁻, e HCO₃⁻. O suor não flui de forma contínua através dos ductos das glândulas sudoríparas, mas de maneira pulsátil, com pulsações que variam entre 12 e 21 Hz. As origens dessas pulsações estão relacionadas a contrações rítmicas das *células mioepiteliais* que ocorrem por inervação ao redor do ducto secretor das glândulas sudoríparas.

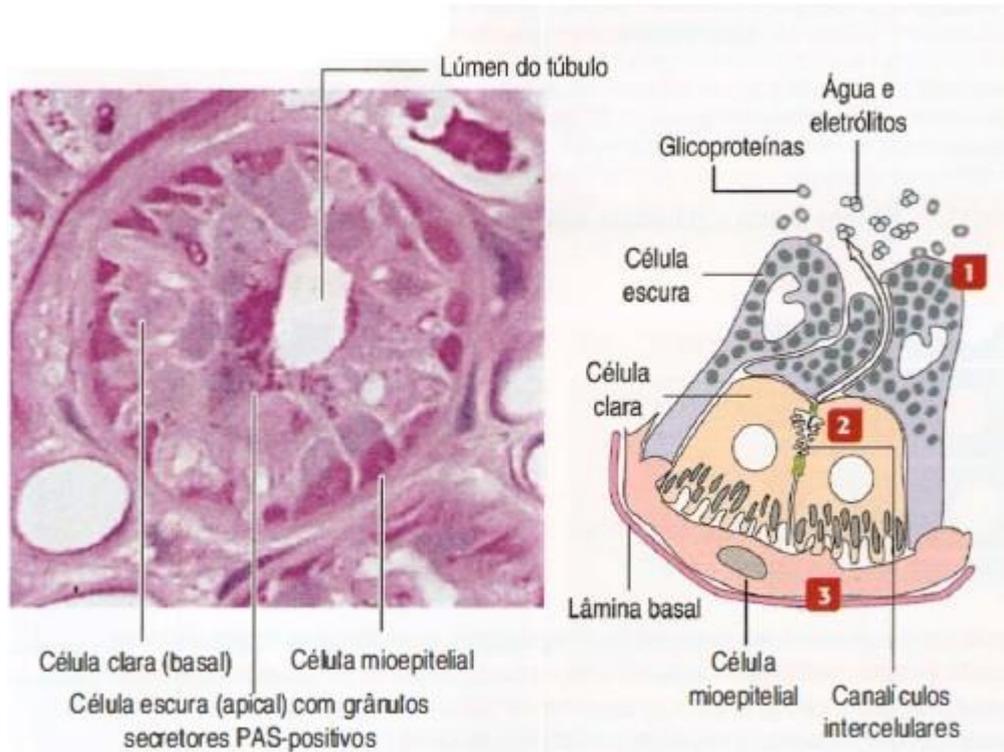


Figura 34 - *Glândula Sudorípara*. Kierszenbaum, A. L.¹¹

Os processos que causam mudanças na condutância da pele são organizados da seguinte forma: (1) os ductos secretores das glândulas sudoríparas formam um desvio (*shunt*) elétrico através da epiderme, conectando a superfície da pele com o tecido condutor da derme, e (2) a unidade do *estrato córneo* (camada superior da epiderme) com o suor rico em NaCl, aumentando a condutividade da pele (Fig. 35).

O *estrato córneo* atua como uma esponja, capturando água de dentro e de fora do corpo, que é liberada quando o estrato está seco. Sob condições fisiológicas normais, está sempre parcialmente hidratado, o grau de hidratação depende da umidade relativa do ambiente. Com o aumento do suor, a hidratação do *estrato córneo* também aumenta, elevando ou diminuindo a resistência da pele. Por exemplo, se o estrato ficar seco, pelo envelhecimento, a resistência cutânea aumenta. No entanto, é mais provável que a condutividade do *estrato córneo* dependa mais de seus eletrólitos do que de sua umidade (BOUCSEIN, 2012).

¹¹ Histologia e biologia celular: uma introdução à patologia – Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

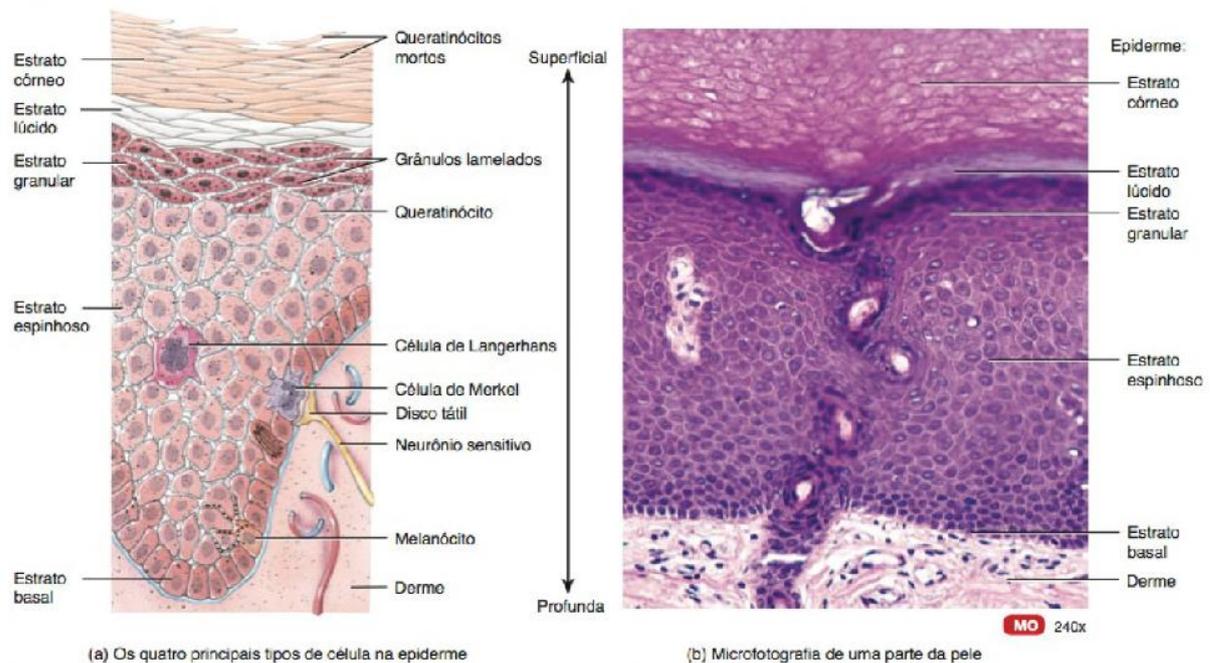


Figura 35 - Camadas da pele. Tortora e Nielsen, 2013.

2.13 MICROEXPRESSÕES E O ESTUDO DAS EMOÇÕES

O conceito de *emoção* tem sido identificado e classificado de inúmeras maneiras, ao longo da história. Em um artigo de 1894 (revisado em 1994), William James (1842-1910) e Carl Lange (1834-1900) propuseram que a expressão da emoção é o resultado do efeito de alterações orgânicas, musculares e viscerais, ou seja, as emoções não existem sem manifestações fisiológicas e comportamentais. De acordo com essa teoria, seria a percepção das manifestações fisiológicas que provocaria o estado interior correspondente (JAMES, 1994; LENT, 2005). Uma segunda teoria, apresentada por Walter Cannon (1871-1945) e Philip Bard (1898-1977), propôs que o sistema nervoso central seria o causador tanto da experiência subjetiva emocional como de suas manifestações fisiológicas e comportamentais. A teoria Cannon-Bard apresenta estruturas cerebrais específicas como centros nervosos da emoção e, por isso, foi a primeira tentativa concreta de elucidar as bases neurais das emoções. James Papez (1883-1958) apresenta uma teoria que muda o eixo de raciocínio da ideia de “centros” isolados de coordenação emocional para o conceito de “sistema” ou circuito – isto é, um conjunto de regiões associadas – envolvido com os vários aspectos das emoções (o sentimento, as reações comportamentais, os ajustes fisiológicos). Revendo a literatura anatômica da época, Papez percebeu que essas regiões eram conectadas reciprocamente de modo “circular”, o que revelava uma rede neural que ficou conhecida como *Circuito de*

Papez. Em um artigo publicado em 1878, o neurologista francês Paul Broca (1824-1880) notou que todos os mamíferos possuem na superfície medial do cérebro um grupo de áreas corticais que são bastante distintas do córtex circundante. Utilizando a palavra latina para “borda” (*limbus*), Broca designou esta coleção de áreas corticais como sendo o *Lobo Límbico* (Fig. 36), porque elas formam um anel ou borda ao redor do tronco encefálico, e o circuito de Papez passou a ser conhecido como *Sistema Límbico* (BEAR et al., 2002; LENT, 2005).

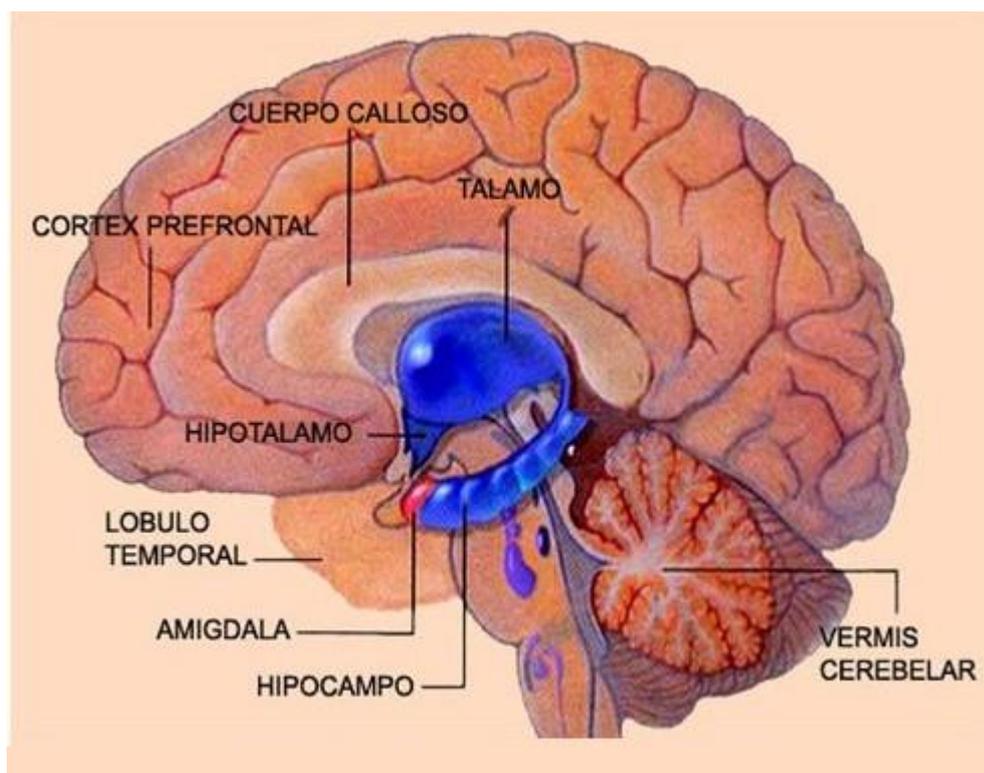


Figura 36 - Sistema Límbico.¹²

O Sistema Límbico original (Circuito de Papez) incluía: (1) o córtex cingulado; (2) o hipocampo; (3) o hipotálamo; e (4) os núcleos anteriores do tálamo. O córtex cingulado recebe projeções de diversas outras regiões corticais associativas e com elas forneceria a base para a experiência subjetiva das emoções (Fig. 37). Ao hipocampo adicionou-se a amígdala. Verificou-se que o hipocampo se relaciona com os mecanismos neurais da emoção apenas como responsável pela consolidação da memória. A amígdala é uma espécie de “botão de disparo” de toda a experiência emocional. O hipotálamo revelou-se desde o início como a região de controle das manifestações fisiológicas (regulação da pressão arterial e da temperatura corporal, conservação de água, reflexos alimentares, estimulação gastrintestinal, dilatação pupilar, contração da bexiga, sudorese) que acompanham as emoções, realizando

¹² Disponível em: www.psicologiaprevitali.com.br

essa tarefa através do sistema nervoso autônomo e do sistema endócrino (GUYTON, 1993; LENT, 2002).



Figura 37 - O sistema límbico.¹³

As expressões corporais, sobretudo as microexpressões faciais, são estudadas desde o início do século XIX, através de inúmeras obras, entre elas o livro *Anatomy and philosophy of expression* (1806), de Sir Charles Bell (1774-1842), ricamente ilustrado, representando graficamente todas as formas de expressão facial (DARWIN, 2009).

A culturalidade das expressões faciais é objeto de discussão e de controvérsias entre vários autores. Para Charles Darwin (1809-1882), as expressões exibidas pelo homem são iguais ao redor do mundo e tal fato reforça a teoria de que as raças humanas derivam de um mesmo ancestral, que já possuía os esquemas estrutural e mental, próprios da espécie, antes da divergência dos hominídeos. Darwin especula que as expressões faciais exibidas pelos humanos modernos foram adquiridas muito cedo, nas suas linhagens ancestrais. E, ainda, compara tais expressões com as presentes em outros primatas: o *riso*, como um sinal de prazer ou satisfação, já era praticado pelos ancestrais humanos antes de serem chamados de humanos, pois muitas espécies de macacos, quando satisfeitos, emitem um som repetitivo análogo ao riso humano, muitas vezes acompanhado de movimentos vibratórios dos maxilares ou dos lábios, com os cantos das bochechas repuxados para cima e para trás; o *medo*, caracterizado pelo eriçamento dos pelos, suor frio, olhos arregalados, encurvamento do corpo, também exibido por outros primatas, e possivelmente presente nos ancestrais hominídeos; o *sofrimento*, se intenso, desde o princípio deve ter provocado gritos ou grunhidos, a contorção do corpo e o cerrar dos dentes; a *fúria*, deve ter sido expressa desde muito cedo por gestos ameaçadores, e pela vermelhidão da pele. O hábito de franzir o semblante parece ter sido adquirido principalmente pelo de os músculos corrugadores da face serem os primeiros a se

¹³ Tratado de fisiologia médica, 1993.

contrair em volta dos olhos, nas sensações de dor, raiva ou desconforto. O hábito terá sido também adquirido porque o franzir serve como proteção quando a visão é difícil e atenta. Parece provável que esse movimento protetor só se tornou habitual quando o homem assumiu a posição ereta, pois os macacos não franzem o semblante ao se expor a uma luz brilhante (DARWIN, 2009).

As emoções determinam a qualidade de vida de alguém. Quando um gatilho emocional torna-se estabelecido, como o que acontece, por exemplo, quando se aprende a ter medo de algo, novas conexões são criadas entre grupos celulares no cérebro. Tais células contêm a memória do gatilho emocional recém-aprendido e elas constroem uma base de dados da emoção para serem reveladas através das expressões faciais (EKMAN, 2003).

As microexpressões faciais são comportamentos involuntários que acontecem no rosto daquele que reprime, de forma consciente ou inconsciente, algo que está sentindo. Elas são baseadas nas seguintes características: (1) são de baixa intensidade de movimento muscular; (2) possuem duração rápida (entre 1/4 e 1/25 de segundo); (3) são movimentos involuntários; (4) são expressões universais; (5) expõem a verdadeira emoção.

Pesquisas recentes revelam que a emoção e a cognição fazem parte de um sistema integrado no cérebro (DAMASIO, 2005b; OKON-SINGER et al., 2015). Exames de imagem demonstram que há uma sobreposição dos processos cognitivos e emocionais no cérebro. O cérebro humano, assim como os de outros animais, é o produto de pressões evolutivas que demandam sistemas neurais capazes de utilizar informações sobre prazer e dor, derivadas de estímulos saturados de significância hedônica e motivacional, para regular atenção, aprendizado, estimulação somática e ação (OKON-SINGER et al., 2015).

Algumas áreas e/ou estruturas específicas do “cérebro cognitivo” regulam a emoção. O *Córtex Pré-frontal Dorsolateral* (Fig. 38) é uma região cognitiva do cérebro, conhecida pelo processamento do raciocínio crítico e a alta capacidade de cognição (atenção endógena/voluntária, memória de trabalho e controle cognitivo). E ainda tem papel importante no controle da emoção e no comportamento motivacional. Clarke e Johnstone (2013) e Jordan et al. (2013) apontam evidências de que o *Córtex Pré-frontal Dorsolateral* protege os conteúdos da memória de trabalho contra distratores emocionais, regulando o foco da atenção.

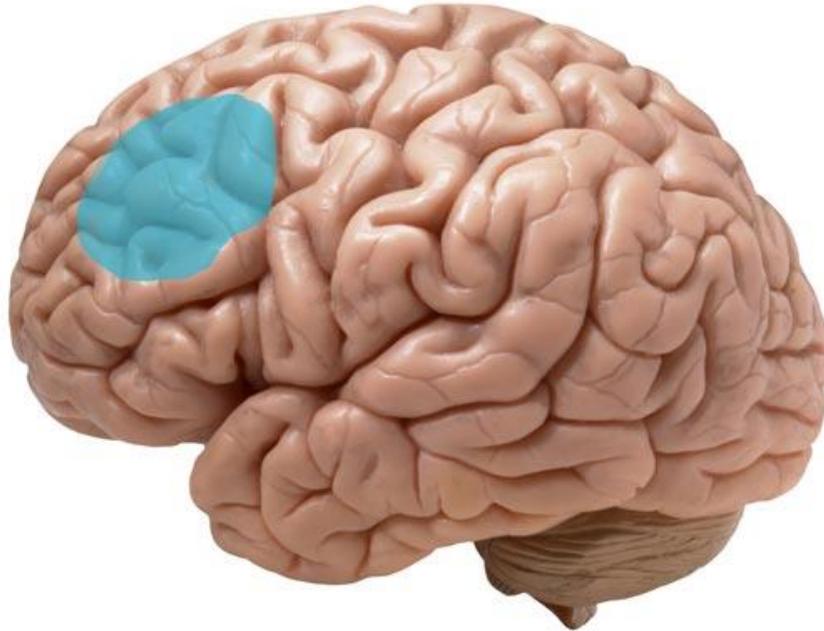


Figura 38 - Córtex Pré-frontal Dorsolateral.¹⁴

Segundo Rolls (2013), o Córtex Pré-frontal Dorsolateral atua na tomada de decisões, exibindo dois tipos de sistemas cerebrais: (1) *Sistema Emocional*, incluindo circuitos na amígdala (Fig. 39) e no corpo estriado ventral (Fig. 40), que foram geneticamente programados pela história filogenética humana (medo, provocado pelo perigo; felicidade/prazer, provocados por doces ou alimentos gordurosos); e (2) *Sistema Cognitivo*, como uma via frontoparietal que é alimentada pela história ontogenética humana e gerenciada pelo conhecimento (“pegue a laranja que é mais saudável do que a barra de chocolate”).

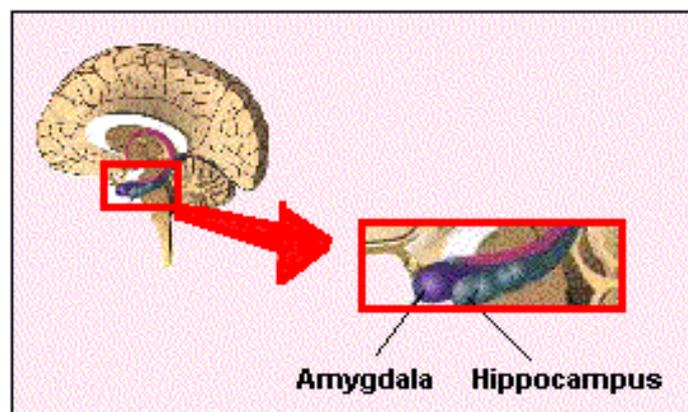


Figura 39 - Amígdala

¹⁴ Disponível em: <http://healthyhabitshub.com/why-you-should-keep-a-healthy-brain-if-you-want-to-lose-weight/>

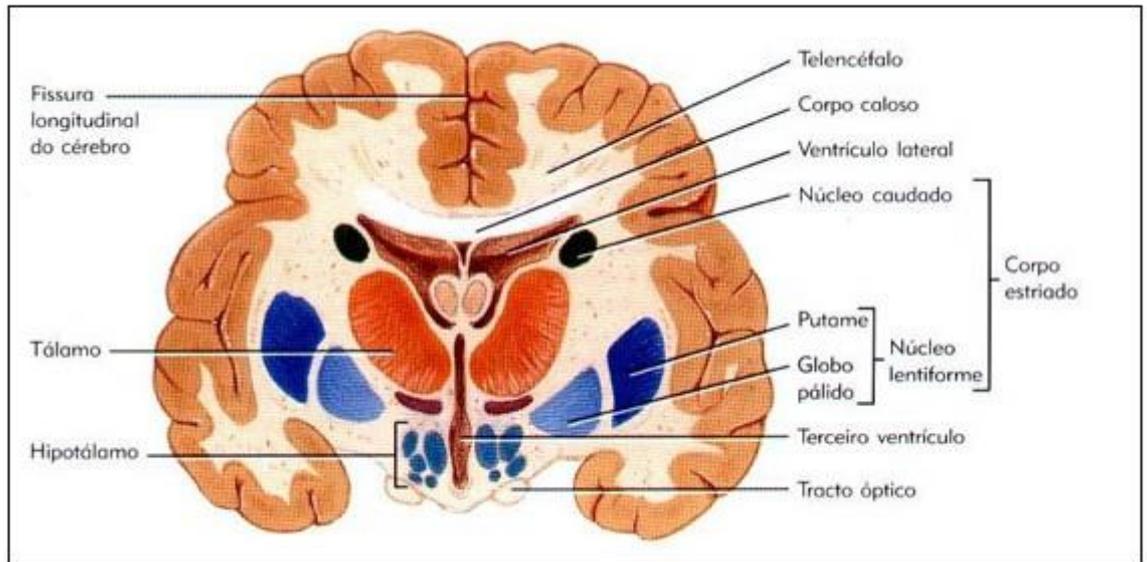


Figura 40 - Corpo Estriado Ventral

Determinadas áreas cerebrais relacionadas à cognição são reguladas pela emoção. O equilíbrio entre cognição e emoção é uma via de mão-dupla. Pois, assim como os sistemas cognitivos (Córtex Pré-frontal Dorsolateral) regulam a emoção, os sistemas emocionais regulam a cognição através de neurotransmissores que gerenciam a qualidade do processamento da informação nas regiões corticais. Através desses mecanismos, a amígdala é dotada da capacidade de controlar a atenção e o comportamento em situações que exigem respostas imediatas ao raciocínio. Sendo assim, a literatura atual revela que a emoção e a cognição estão profundamente entrelaçados no cérebro (OKON-SINGER et al., 2015).

Além disso, alguns estudos apontam que a porção direita da região pré-frontal dorsolateral desempenha um papel importante na modulação neural da resposta eletrodérmica. Indivíduos com lesões nessa região exibem baixos índices de condutância na pele (TRANIEL & DAMASIO, 1994).

3 OBJETIVOS

Os objetivos desta parte da pesquisa são: investigar como a sequência de imagens, própria das histórias em quadrinhos, afeta o ser humano cognitiva e emocionalmente, e sugerir que o surgimento de uma nova vascularização cerebral associada ao aumento do volume do cérebro e o seu processo de encefalização na espécie humana moderna foram determinantes para o estabelecimento de habilidades próprias da espécie, como a imaginação e a criatividade.

Esta investigação é fundamentada pela biologia evolutiva, pela neuroanatomia e pela neurociência da cognição e da emoção, como bases sólidas de pesquisa.

4 METODOLOGIA

Esta parte da pesquisa exploratória utilizou métodos de análises neurofisiológicas baseadas em respostas eletrodérmicas., a partir da leitura de texto em prosa e de história em quadrinhos com monitoramento de dados neurofisiológicos. Para tais análises foram utilizados os seguintes materiais:

- 1) Sensor E4 Wristband®: uma pulseira que capta dados fisiológicos (batimento cardíaco, atividade eletrodermal e temperatura na superfície da pele) e neurofisiológicos (atividade de sistema nervoso simpático e derivação de padrões correlatos com estresse, engajamento psicofísico (motivação) e emoção) (Figura 42).
- 2) Câmera de vídeo.
- 3) Questionário para traçar o perfil do sujeito de pesquisa.
- 4) Objetos de pesquisa: Livro-texto *Guerra Civil* (romance adaptado da história em quadrinhos homônima de Mark Millar e Steve McNiven), de Stuart Moore; História em quadrinhos *Guerra Civil*, de Mark Millar e Steve McNiven. (Figura 41). Tanto o livro-texto quanto a história em quadrinhos abordam a mesma história: uma guerra entre super-heróis pelo direito de permanecerem com suas identidades preservadas ou pelo dever de se submeterem à “Lei de Registro”.

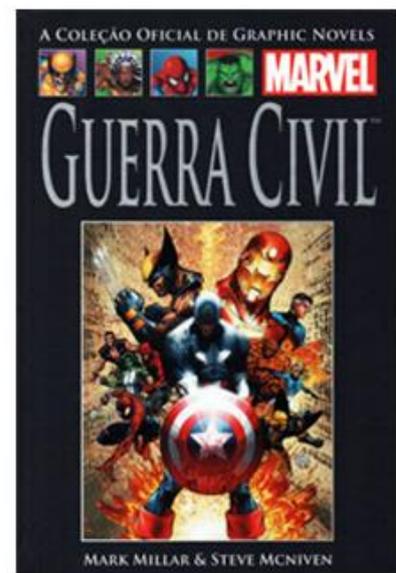
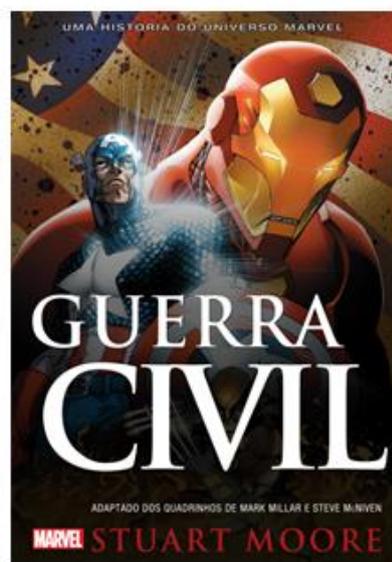


Figura 41 – Livro texto *Guerra Civil*¹⁵; História em quadrinhos *Guerra Civil*¹⁶.

¹⁵ Figura à esquerda

¹⁶ Figura à direita



Figura 42 - Sensor E4 wirstband[®]

Método

Participaram desta pesquisa exploratória 8 mulheres e 7 homens com idades entre 14 e 30 anos, dos quais 7 mulheres e 6 homens foram alunos da disciplina de Mapas, ministrada pelo professor José Otávio, que busca explorar e ampliar o conceito geral de mapa para além da análise gráfica, até a atividade cerebral, na organização dos mapas mentais, e suas múltiplas aplicações. Esta parceria foi importante para que cada aluno pudesse vivenciar um experimento científico durante a disciplina.

Etapas do método exploratório:

- 1 – O participante respondeu um questionário sobre seu perfil de leitura.
- 2 – O participante acomodou-se em uma cadeira em frente à câmera de vídeo e à tela de computador.
- 3 – Colocação do sensor (E4) em cada pulso do participante.
- 4 – Cada sensor foi ligado ao mesmo tempo.
- 5 – Foi requisitado ao participante que fechasse os olhos para relaxamento e calibragem do sensor.
- 6 – Um determinado trecho do livro (texto em prosa) *Guerra Civil* foi projetado na tela do computador para leitura (figura 43).
- 7 – Em seguida, painéis (tiras) da história em quadrinhos *Guerra Civil* (Figura 44), referentes à página do livro (texto em prosa) também foram projetados na tela do computador para leitura.

8 – Durante as duas leituras, o participante foi monitorado pelo sensor e filmado pela câmera de vídeo para a captura das microexpressões.

9 – Ao final do experimento, foi realizada uma entrevista na qual cada participante expressou sua opinião a respeito da pesquisa.

Mas Golias virou o seu enorme corpo na direção dos Vingadores reunidos. Abaixou-se, agarrou o chão embaixo de seus pés e *puxou*. Eles tombaram e voaram. Rajadas de poder por todo lado; Miss Marvel se debatia no ar. Homem-Aranha lançou uma teia que agarrou-se a uma viga rachada.

Thor virou-se para assistir ao caos. Raios brilhavam.

Falcão mergulhou do céu, carregando Gavião Arqueiro, que apontou para o corpo imóvel do Capitão.

Lentamente, o deus do trovão pegou seu martelo.

Figura 43 – Texto em prosa



Figura 44 – Quadrinho de referência

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados dos experimentos correlacionam o nível de atenção, a pressão sanguínea e a temperatura corporal, medidos pela atividade eletrodérmica (EDA), divididos em três intervalos (*tags*): leitura do texto em prosa, leitura da história em quadrinhos e entrevista.

A primeira linha do gráfico corresponde à resposta eletrodérmica em μS (microsiemens), que analisa o nível de atenção, através da condutância da pele em resposta à atividade do sistema nervoso simpático. Quanto mais baixo for o traçado maior é a atividade desse sistema, traduzindo um alto nível de atenção cerebral (CRITCHLEY, 2002), que pode ser interpretado da seguinte maneira: quando o cérebro está atento para uma tarefa específica, a curva de atenção se mostra mais estável, com variações mínimas no seu traçado, como visto nas curvas de atenção durante as duas leituras; quando o cérebro é exposto a tarefas múltiplas, essa curva de atenção apresenta variações significativas, como observado durante a entrevista.

A segunda linha representa o nível de pressão sanguínea corporal. De acordo com a literatura, a presente pesquisa interpretou que a baixa variação da pressão sanguínea indica uma alta concentração da atividade cerebral (FALK, 1990).

A terceira linha representa a variação de temperatura corporal, que oscila ao longo do teste. Um aumento da temperatura com aumento da atividade eletrodérmica denota estresse, enquanto que uma diminuição da temperatura com aumento da atividade eletrodérmica denota fluxo (*flow*) criativo.

Analisando as três linhas em conjunto pode-se observar que durante as tarefas que exigiam um maior nível de atenção (leitura do texto em prosa e leitura da história em quadrinhos) os comportamentos de cada traçado foram correspondentes ao que se esperava da atividade cerebral em questão, ou seja, baixo traçado da resposta eletrodérmica com baixa variação da pressão sanguínea e diminuição da temperatura corporal, indicando atenção elevada. Quando o voluntário era entrevistado, a atenção cerebral era mais difusa e os traçados mais irregulares, apresentando picos de variação.

O uso da câmera de vídeo não se mostrou um método eficaz para a captura e análise das microexpressões, uma vez que exigia um tempo de treinamento intenso da equipe de pesquisa para correlacionar a microexpressão com a sintomatologia específica da emoção. Seria necessário que a câmera de vídeo captasse mais frames, o ideal seria de 60 a 120 frames por segundo para captar todas as microexpressões e usar métodos computacionais para análise. Além disso, para analisar o significado exato e real da microexpressão, seria

necessário dispor de uma tecnologia que conseguisse captar cada movimento diretamente dos músculos faciais.

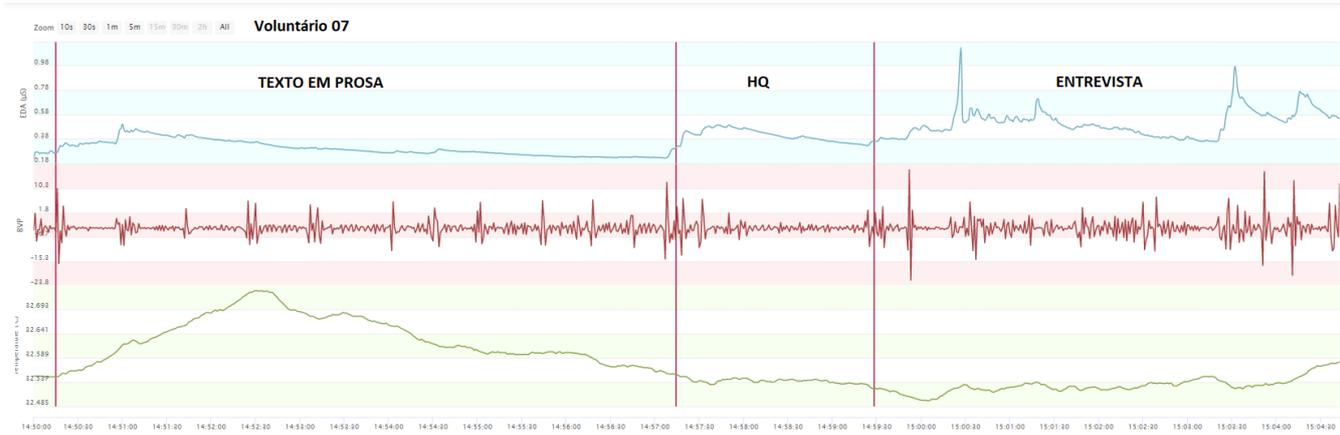


Figura 45 - Dados fisiológicos (Voluntário 07).



Figura 46 - Dados fisiológicos (Voluntário 08)



Figura 47 - Dados fisiológicos (Voluntário 09)

O perfil de cada voluntário pode ser analisado pelos traçados dos gráficos de cada dado fisiológico. Ao comparar, por exemplo, o nível de atenção de cada voluntário pode-se notar que o voluntário 07 aumenta sua atenção, progressivamente, durante a leitura do texto em prosa e a leitura da história em quadrinhos, os picos de pressão sanguínea sugerem características emocionais durante a leitura.

O voluntário 08 apresenta um nível de atenção menor para ambos os textos. Observa-se, nitidamente, um comprometimento maior na leitura da história em quadrinhos.

O voluntário 09 apresenta um foco de atenção muito elevado para ambos os tipos de leitura.

Os voluntários 07 e 08 exibiram um nível de atenção que oscilava durante as entrevistas, sugerindo uma atividade cerebral difusa. Por outro lado, o voluntário 09 manteve seu foco de atenção ao longo de todo o experimento.

Todos os voluntários mostraram ausência de estresse nas leituras (texto em prosa e quadrinhos), o que pode ser verificado pela diminuição da temperatura. Já na entrevista, o voluntário 09 mostra sinais de estresse, com aumento da temperatura e picos do volume sanguíneo do coração.

Todos os voluntários participaram de uma rápida entrevista após o experimento, com o objetivo de traçar o perfil de leitura de cada um. Sendo assim, os voluntários 07 e 09 se revelaram como bons leitores e que mantinham o hábito de leitura regularmente. O voluntário 08 revelou que não se interessava pelo estilo de história em quadrinhos apresentado a ele no teste (quadrinhos de ação). Estes perfis podem ser evidenciados nos traçados dos gráficos de cada voluntário. Os voluntários 07 e 09 apresentam traçados mais regulares, demonstrando atenção e interesse pelo teste. Por outro lado, o voluntário 08 exhibe mais oscilações corroborando com uma atenção mais difusa no texto e concentrada nas histórias em quadrinhos. Tais resultados são significativos e importantes para propor adaptações ao estilo de história em quadrinhos, de acordo com o interesse dos participantes, em pesquisas futuras.

6 CONCLUSÃO

Desde muito cedo, a espécie humana entendeu que a natureza é processada de maneira sequencial, pois o dinamismo do que está em volta é uma sequência visual de quadros (*frames*) que o cérebro humano organiza, para que a percepção visual seja possível. Tal percepção é revelada na arte pictórica, uma vez que ela esboça a realidade dinâmica do ambiente que cercava o homem. A compreensão das imagens em sequência ajuda na organização do pensamento, tanto do ponto de vista cognitivo quanto emocional. Sendo assim, as histórias em quadrinhos se apresentam como um material eficaz na aquisição de conhecimentos necessários para a linguagem. Estudos demonstram que compreender sequências de imagens é um atributo importante na aprendizagem lingüística, já que a linguagem falada e/ou escrita é construída de maneira sequencial – com início, meio e fim. Além disso, as imagens favorecem a compreensão das emoções, através da representação simbólica da expressão emocional. E, portanto, podem ser usadas como uma estratégia interessante no cuidado de algumas alterações de comportamento.

Na maioria dos países é possível encontrar exemplos de utilização da linguagem sequencial, própria da narrativa gráfica dos quadrinhos, nas mais diferentes atividades humanas, seja com finalidades de educação e treinamento, de entretenimento, como fins de divulgação ou publicidade de produtos comerciais. Tudo isso evidencia o potencial das histórias em quadrinhos para atingir todas as camadas da população. Da mesma forma, essa utilização ressalta a popularidade do meio na sociedade, distinguindo o potencial como um dos mais conhecidos. Além disso, a percepção de que as histórias em quadrinhos podem ser utilizadas para a transmissão de conhecimentos específicos já é comum há muito tempo. *True Comics*, *Real Life Comics*, e *Real Fact Comics* foram as primeiras revistas de histórias em quadrinhos com caráter puramente educacional, publicadas nos Estados Unidos durante a década de 1940. Estas primeiras publicações eram constituídas por antologias de histórias sobre personagens famosos da história mundial e norte-americana, figuras literárias e eventos históricos significativos (VERGUEIRO & RAMOS, 2009). Como a arte sequencial se faz presente na história humana há bastante tempo, ela passa a ser um objeto de pesquisa importante para analisar o funcionamento do cérebro, no que se refere aos comportamentos cognitivo e emocional. Sendo assim, esta pesquisa buscou uma tecnologia que pudesse correlacionar dados fisiológicos que corroborassem com a ideia de que a leitura de imagens em sequência fosse um atributo capaz de relacionar a atividade cognitiva cerebral com sua

atividade emocional. As linhas da atividade eletrodérmica demonstraram que, de acordo com o perfil do voluntário, a leitura de história em quadrinhos (imagens sequenciais) exibiu um elevado nível de atenção, exigindo do cérebro do leitor um desempenho significativo das atividades cognitiva e emocional. Além disso, foi possível notar a correspondência da pressão sanguínea e, conseqüentemente, da temperatura corporal com a atividade atencional, que validam a ideia de que durante o foco de atenção o cérebro precisa ser “resfriado”, pois trata-se de um órgão extremamente sensível ao calor, e o surgimento de uma nova vascularização na espécie humana foi determinante para o seu funcionamento adequado (FALK, 1990).

Para o registro mais apropriado das emoções, esta pesquisa concluiu que é necessário uma tecnologia de contato direto com a musculatura facial, acoplada a um sistema de dados para análise em tempo real que capte mais frames por segundo (60 a 120 frames por segundo) aliada a uma Inteligência Artificial que consiga captar as variações das expressões faciais em microssegundos (para as microexpressões), correlacionando-as com as variações dos picos de volume do coração (Blood Volume Pulse – BVP). A relação entre as emoções e a cognição é uma das marcas evolutivas que nos tornam *Homo sapiens sapiens* e a aplicação disto na educação das futuras gerações podem contribuir ainda mais na evolução da nossa espécie, que poderá ser conhecida como *Homo sapiens emotionalis*.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZÉMA, M. *Representation of movement in the Upper Palaeolithic: Na ethological approach to the interpretation of parietal art*. *Anthropozoologica*, 43(1), 2008.

BEAR, M.F., CONNORS, B.W., PARADISO, M.A. *Neurociências: Desvendando o Sistema Nervoso*. 2ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

BOUCSEIN, W. *Electrodermal Activity*. 2ª ed. Springer, 2012.

BUNN, G.C. *The Truth Machine: a Social History of the Lie Detector*. *American Historical Review*. pp. 200-201, 2013.

CABANAC, M. & BRINNEL, H. *Blood flow in the emissary veins of the human head during hyperthermia*. *European Journal of Applied Physiology*, v. 54, pp. 172-176, 1985.

CHILDE, V.G. *O que aconteceu na história*. Zahar Editores, 3ª ed. Rio de Janeiro, 1973.

CLARKE, R. & JOHNSTONE, T. *Prefrontal inhibition of threat processing reduces working memory interference*. *Frontiers in Human Neuroscience*, v.7, n.228, pp. 1-17, 2013.

COHN, N., PACZYNSKI, M., JACKENDOFF, R., HOLCOMB, P.J., KUPERBERG, G. R. *(Pea)nuts and Bolts of Visual Narrative: Structure and Meaning in Sequential Image Comprehension*. *Cognitive Psychology*, v.65, pp. 1-38, 2012.

COHN, N. *Visual Narrative Structure*. *Cognitive Science*, v. 37, n. 3, pp. 413-452, 2013.

COHN, N. *Navigating Comics: an empirical and theoretical approach to strategies of reading comic page layouts*. *Frontiers in Psychology*, pp. 1-15, 2013.

COHN, N. *The architecture of visual narrative comprehension: the interaction of narrative structure and page layout in understanding comics*. *Frontiers in Psychology*, v.5, pp. 1-9, 2014.

COHN, N. et al. *The cognition of comics: what “comics” can tell us about the mind*. Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 36, 2014.

COHN, N., JACKENDOFF, R., HOLCOMB, P.J., KUPERBERG, G.R. *The grammar of visual narrative: neural evidence for constituent structure in sequential image comprehension*. *Neuropsychologia*, v.64, pp. 63-70, 2014.

COHN, N. & CAMPBELL, H. *Navigating Comics II: Constraints on the Reading Order of Comics Pages Layouts*. *Applied Cognitive Psychology*, n. 29, pp. 193-199. 2015.

CRITCHLEY, H.D. *Electrodermal Responses: What Happens in the Brain*. *The Neuroscientist* 8(2): 132-142, 2002.

DALGALARRONDO, P. *Evolução do Cérebro: Sistema Nervoso, Psicologia e Psicopatologia sob a Perspectiva Evolucionista*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

DAMASIO, A. *Human behaviour: brain trust*. *Nature*, v. 435, pp. 571-572, 2005b.

DARWIN, C. *A Expressão das Emoções no Homem e nos Animais*. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

EISNER, W. *Quadrinhos e Arte Sequencial*. 4ª Ed. São Paulo: Ed. WWF Martins Fontes, 2015.

EKMAN, P. *Emotions Revealed: Understanding Faces and Feelings*. Phoenix, 2003.

FALK, D. & CONROY, G.C. *The cranial venous sinus system in Australopithecus afarensis*. *Nature*, v. 306, pp. 779-781, 1983.

FALK, D. *Evolution of Cranial Blood Drainage in Hominids: Enlarged Occipital/Marginal Sinuses and Emissary Foramina*. *American Journal of Physical Anthropology*, n. 70, pp. 311-324, 1986.

FALK, D. *Hominid Paleoneurology*. *Ann. Rev. Anthropol.* 16: 13-30, 1987.

FALK, D. *Brain evolution in Homo: The “radiator” theory*. Behavioral and Brain Sciences, v. 13, Issue 2, pp. 333-334, 1990.

FALK, D. *3,5 Million years of hominid brain evolution*. The Neurosciences, vol.3, 409-416, 1991.

FALK, D. *Early hominid brain evolution: a new look at old endocasts*. Journal of Human Evolution. 38, 695-717, 2000.

FOWLES, D.C., CHRISTIE, M.J., EDELBERG, R., GRINGS, W.W., LYKKEN, D., VENABLES, P.H. *Publication Recommendations for Electrodermal Measurements* Psychophysiology, v.18, pp. 232-239, 1981.

GABORA, L. *Contextual Focus: A Cognitive Explanation for the Cultural Revolution of the Middle/Upper Palaeolithic*. Proceedings of 25th Annual Meeting of The Cognitive Science Society (PP. 432-437). Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum Associates. R. Alterman & D. Hirsch, Eds. 2013.

GIBBONS, A. *Food for thought: Did the first cooked meals help fuel the dramatic evolutionary expansion of the human brain?* Science, 316, pp. 1558-1560, 2007.

GRUBIN, D. & MADSEN, L. *Lie detection and the polygraph: A historical review*. The Journal of Forensic Psychiatric and Psychology, v.16, n.2, pp. 357-369, 2005.

GUYTON, A.C. *Tratado de Fisiologia Médica*. 8^a Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

HALVERSON, J. *Paleolithic Art and Cognition*. The Journal of Psychology, v.126, n.3, pp. 221-236, 1991.

HARARI, Y. N. *Sapiens – Uma breve história da humanidade* 11. ed. Porto Alegre, 2016.

1. HODGSON, D. & HELVENSTON, P.A. *The Emergence of the Representation of Humans in Palaeoart: Insights from evolution and the cognitive, limbic and visual systems of the human brain*. Rock Art Research, v.23, n.1, pp. 3-40, 2006.

HODGSON, D. *The Visual Brain, Perception, and Depiction of Animals in Rock Art*. Journal of Archaeology. PP. 1-6, 2013.

IORDAN, A.D., DOLCOS, S., DOLCOS, F. *Neural signatures of the response to emotional distraction: a review of evidence from brain imaging investigations*. Frontiers in Human Neuroscience, v. 7 n. 200, pp. 1-21, 2013.

JAMES, W. *The Physical Basis of Emotion*. Psychological Review, v.101, n.2, pp. 205-210, 1994.

LEAKEY, R. *A Origem da Espécie Humana*. Ciência Atual Rocco. Rio de Janeiro, 1997.

LEAKEY, R. & LEWIN, R. *O Povo do Lago: o homem: suas origens, natureza e futuro*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1988.

LENT, R. *Cem Bilhões de Neurônios: Conceitos Fundamentais de Neurociência*. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.

LEWIS-WILLIAMS, J. D. & DOWSON, T. A. *The signs of all times – Entoptic Phenomena in Upper Palaeolithic Art*. Current Anthropology. Vol. 29, Nº 2, 1988.

LIEBERMAN, P. *FOXP2 and Human Cognition*. Cell 137. May, 2009.

MACHADO, A. *Neuroanatomia Funcional*. 2ª ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2000.

MCCLOUD, S. *Desvendando os Quadrinhos: história, criação, desenho, animação e roteiro*. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda., 2005.

MITHEN, S. *A pré-história da mente: uma busca das origens da arte, da religião e da ciência*. São Paulo: Editora UNESP, 2002.

MOYA, A. *Shazam!* Ed. Perspectiva. São Paulo, 1970.

MOYA, A. *História das Histórias em Quadrinhos*. 2ª Ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1996.

NEUMANN, E. & BLANTON, R. *The Early History of Electrodermal Research*.
Psychophysiology, v.6, n.4, pp. 453-475, 1970.

OKON-SINGER, H., HENDLER, T., PESSOA, L. SHACKMAN, A.J. *The neurobiology of emotion-cognition interactions: fundamental questions and strategies for future research*. *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 9, pp.1-14, 2015.

PATATI, C. & BRAGA, F. *Almanaque dos Quadrinhos: 100 anos de uma mídia popular*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2006.

POLLARD K. S. O que nos faz humanos? Comparações entre genomas humanos e de chimpanzés revelam extensões de DNA exclusivas de nossa espécie. *Especial Antropologia I. Scientific American Brasil*, 52 Ed. Duetto, 2013.

PUTOVÁ, B. *Prehistoric Sorceres and postmodern furries: anthropological point of view*. *International Journal of Sociology and Anthropology*. Vol. 5(7), pp. 243-248, October, 2013.

RAHDE, M.B. *Origens e evolução da história em quadrinhos*. Revista FAMECOS, Nº5, Porto Alegre, Nov. 1996.

RAMOS, P. *A Leitura dos Quadrinhos*. São Paulo: Contexto, 2018.

ROBB, B.J. *A Identidade Secreta dos Super-Heróis*. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Valentina, 2017.

ROLLS, E. T. *A biased activation theory of the cognitive and attentional modulation of emotion*. *Frontiers in Human Neuroscience*, v.7, n.74, pp.1-15, 2013.

- RUBIN, C.R. *Entre a neuropatologia de Charcot e a Psicologia de Bernheim: considerações sobre a hipnose nos primórdios da pesquisa freudiana*. Revista Natureza Humana. São Paulo, v.19, n.1, pp. 102-127, 2017.
- SAGAN, C. *Os Dragões do Éden*. Rio de Janeiro: F. Alves, 1980.
- SCHEPARTZ, L.A. *Language and Modern Human Origins*. Am. J. Phys. Anthropol., 36: 91-126, 1993.
- SCHOENEMANN, P.T. *Evolution of the Size and Functional Areas of the Human Brain*. Annu. Rev. Anthropol. 35: 379-406, 2006.
- TATTERSALL, I. *Species Recognition in Human Paleontology*. Journal of Human Evolution. 15, 165-175, 1986.
- TATTERSALL, I. & SCHWARTZ, J.H. *Evolution of the Genus Homo*. Annu. Rev. Earth Planet Sci. 37: 67-92, 2009.
- TRANEL, D. & DAMASIO, H. *Neuroanatomical correlates of electrodermal skin conductance responses*. Psychophysiology, n.31, pp. 427-438, 1994.
- VERGUEIRO, W. *Histórias em Quadrinhos e serviços de informação: um relacionamento em fase de definição*. DataGramZero – Revista de Ciência e Informação – v. 6 n. 2, 2006.
- VERGUEIRO, W & RAMOS, P. *Muito além dos quadrinhos: análises e reflexões sobre a 9ª arte*. São Paulo: Devir, 2009.
- WALTER, C. *The First Artists. How Creativity Made us Human*. National Geographic, Jan., 2015.
- WEAVER, A. H. *Reciprocal evolution of the cerebellum and neocortex in fossil humans*. PNAS – V.102, N.10. PP. 3576-3580, 2005.

WOOD, B. & RICHMOND, B.G. *Human evolution: taxonomy and paleobiology*. J.Anat. 196, pp. 19-60, 2000.

WULF, A. *A Invenção da Natureza: A vida e as descobertas de Alexander von Humboldt*. 1ª Ed. São Paulo: Planeta, 2016.