A microscopic image of neurons, showing a dense network of branching processes. Some neurons are stained in a bright yellow/gold color, while others are stained in a light blue color. The background is dark, making the stained neurons stand out.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE ARTES  
LICENCIATURA EM ARTES VISUAIS

ARTE, EDUCAÇÃO E NEUROCIÊNCIA: ESTADO DE UNIÃO.

Camila Borba  
Porto Alegre, 2013.



Camila Borba

ARTE, EDUCAÇÃO E NEUROCIÊNCIA: ESTADO DE UNIÃO.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Licenciatura em Artes Visuais do Instituto de Artes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial e obrigatório para obtenção do título de Licenciatura em Artes Visuais.

Orientadora: *Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daniela Pinheiro  
Machado Kern*

Porto Alegre, 2013

## Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que tornaram esse trabalho possível ou agregaram de alguma forma para que eu chegasse aqui hoje.

Agradeço a minha orientadora Prof<sup>a</sup> Daniela Kern por acreditar no meu trabalho, me apoiando e dando liberdade para escolher e criar possibilidades dentro disso. Agradeço ao professor Alberto Semeler pelas sugestões e por acreditar no meu trabalho.

Agradeço a Bel e a Nerê Preto que possibilitaram meus primeiros contatos com a arte, sempre acreditando no meu potencial.

Agradeço a minha mãe, Valéria, pelo apoio e amor que me deu a vida inteira e que me faz estar aqui hoje. Agradeço também ao meu namorado, Josemi, pelo apoio, admiração e afeto sempre.

“[...] e nada é mais sério que a emoção, que chega ao mais fundo dos dispositivos orgânicos.”

Pierre Bourdieu

“We cannot do without men with courage to think new things before they can prove them.”

Sigmund Freud

## RESUMO

O seguinte trabalho é uma breve revisão bibliográfica do tema arte e neurociência no discurso científico nas últimas décadas. Partindo de teorias que afirmam que a experiência da arte foi um ponto crucial na evolução da nossa consciência moderna culminando na relação entre ensino da arte e aumento na cognição. Enfatizando novos discursos científicos, principalmente a Neuroestética, que estuda as repostas neurobiológicas da experiência estética com a arte.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arte e cognição; Arte e visão; Experiência estética; Neuroestética.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	7
PARALELOS ENTRE ARTE E CIÊNCIA .....	9
TEORIA DARWINIANA DA BELEZA .....	13
ARTE E NEUROCIÊNCIA: NEUROESTÉTICA .....	20
O MITO DO OLHO QUE VÊ .....	22
NEUROESTÉTICA EXPERIMENTAL.....	26
ARTE-EDUCAÇÃO E NEUROCIÊNCIA.....	28
AUMENTO DA COGNIÇÃO .....	29
ATIVIDADE FÍSICA .....	31
ENSINO DA MÚSICA, MATEMÁTICA E LEITURA .....	32
ENSINO DAS ARTES, MOTIVAÇÃO E ATENÇÃO.....	34
CONCLUSÃO .....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37

## INTRODUÇÃO

Há uma razão muito forte para alguém que trabalha com uma disciplina estabelecida das humanidades procurar em outro lugar por suporte intelectual. A razão deve ser particularmente poderosa para fazer essa pessoa se voltar para a ciência. No meu caso, isso está associado com a mudança de nome do meu departamento há cinquenta anos de School of Art History para School of World Art Studies. O reconhecimento de que a arte é uma atividade mundial com quarenta mil anos de história me forçou a fazer novas perguntas, algumas além do âmbito da História da Arte, que ainda trai suas origens como um quadro que se desenvolveu para o estudo de uma única tradição. Entre as novas perguntas que eu me sentia impelido a resolver eram: Por que a arte é tão difundida? Por que as manifestações acontecem em lugares diferentes e em diferentes períodos de forma tão variada? Por que, também, são muitas vezes semelhantes? A maior questão de todas, como esse comportamento emergiu independentemente em regiões tão separadas como Austrália e Europa? (ONIAN, 2007, xi)

A citação acima faz parte da introdução do livro *Neuroarthistory* de John Onians, e há também uma razão muito boa para estar aqui. É de suma importância salientar que o meu interesse pelos aspectos cognitivos do ensino de artes surgiu e tem aumentado e culminou no presente trabalho. Mesmo que eu tenha exercido meu estágio docente paralelamente à escrita do trabalho de conclusão de curso, tal trabalho não possui uma relação direta com minha prática em sala de aula nem se utiliza dos relatórios de estágio em sua construção teórica. Esse texto é antes uma revisão bibliográfica de assuntos que me interessam, os quais, não tenho dúvidas, estão profundamente ligados. É um texto que se propõe também a pensar os aspectos cognitivos da arte e da arte-educação, um aspecto que tem sido deixado de lado há algum tempo pela arte-educação e agora toma força novamente. Embora o tratamento do tema arte-educação e neurociência às vezes possa parecer superficial, é importante lembrar que o foco do trabalho é um levantamento bibliográfico de determinados autores e não propriamente a expressão de alguma opinião nova.

Meu trabalho é resultado de uma pesquisa com autores de outras áreas interessados na experiência da arte. Dessa forma pode haver certas divergências de pensamento em relação a autores das humanidades, mas isso não significa que a arte deva ser estudada por outras áreas, apenas que existem novas abordagens sobre questões novas e antigas, elaboradas fora do campo específico das artes visuais e da arte-educação, e que podem ser bastante significativas para artistas, educadores, historiadores da arte e interessados em geral.

Quanto ao meu interesse por neurociência e, conseqüentemente, por neuroestética, ele surgiu no ano passado, ao cursar uma disciplina de arte e tecnologia e aumentou desde então. Paralelamente iniciei um estágio docente em uma escola de artes para crianças e adolescentes, onde observava certas mudanças e particularidades que me faziam supor

relações entre cognição e o ensino de artes. Sempre me interessei por biologia, então, quando descobri autores das humanas que afirmam que a arte tem um papel crucial na evolução e exploram esse tema para a compreensão da consciência fiquei muito entusiasmada com a perspectiva de uma nova compreensão da arte e da história da arte. Durante minha pesquisa encontrei apenas uma dissertação de mestrado e uma tese de doutorado relacionando arte-educação e neurociência. Além disso, acho importante salientar que raramente dentro do curso de Artes Visuais somos encorajados a aceitarmos abordagens ou contribuições de outras áreas.

Proponho nesse trabalho uma abertura possível, uma convergência de campos tão férteis, considerando a efervescência do assunto no âmbito acadêmico em lugares como Harvard, MIT e a Universidade de Viena, e iniciativas em instituições culturais como TATE Gallery e Guggenheim Museum.

Eu pessoalmente não tenho dúvidas de que o ensino de artes é fundamental durante a infância e a adolescência, principalmente quando as artes visuais são via de acesso a outros sentidos e formas de expressar pensamentos e ideias que não são verbais. A arte é uma via de acesso a mundos ficcionais e nos possibilita habitar esses mundos, é também o meio pelo qual nos aproximando de outras formas de ser, através do qual entramos em contato com emoções e sentimentos profundos, ambíguos e às vezes desconhecidos. Se a experiência da arte requer tanto da nossa mente, por que a perspectiva que relaciona arte-educação e mente não é mencionada em nosso currículo?

Minha graduação durou seis anos, em função de trabalho e de outras questões pessoais que adiaram esse momento conclusivo; foi um longo caminho que se encerrou de uma forma sensacional. Esse trabalho trata de assuntos em que acredito profundamente e que não pretendo abandonar tão cedo. Espero que lê-lo seja tão instigante e excitante quanto foi para mim escrevê-lo.



## PARALELOS ENTRE ARTE E CIÊNCIA

Arte e ciência são tratadas como pertencendo às esferas diferentes, nossa cultura costuma caracterizar arte como subjetiva, narrativa e às vezes controversa, já a ciência como lógica e objetiva para nossa compreensão do mundo. Nesse sentido parecem dois campos absolutamente opostos e de difícil convergência. O neurocientista Eric Kandel, ganhador do prêmio Nobel pelo seu trabalho sobre alterações nos neurônios associados à aprendizagem e armazenamento de memória, comenta:

Por que desejamos encorajar um diálogo entre arte e ciência, e entre a ciência e a cultura em geral? A ciência do cérebro e da arte representam duas perspectivas distintas sobre mente. Através da ciência, sabemos que toda a nossa vida mental surge da atividade de nosso cérebro, assim, ao observar que a atividade, podemos começar a entender o processo que fundamentam as nossas respostas às obras de arte. Como as informações coletadas pelos olhos é transformado em visão? Como os pensamentos são transformados em memórias? Quais são as bases biológicas do comportamento? Arte, por outro lado, fornece insights sobre as qualidades mais fugazes e experimentais da mente, o que uma experiência certa proporciona. Um exame cerebral pode revelar os sinais neurais da depressão, mas uma sinfonia de Beethoven revela que a depressão é sentida. Ambas as perspectivas são necessárias se desejamos compreender plenamente a natureza da mente porém elas são raramente reunidas. (KANDEL, 2012, xvi.)

Kandel aponta também que a grande vantagem da nova ciência do século XXI em relação à do século XX, é que hoje através de novas tecnologias de monitoramento funcional podemos entender a mente humana em termos biológicos. A porta aberta pela ciência da mente do século passado, a psicologia cognitiva, hoje se mistura com a neurociência. O resultado disso é uma nova ciência da mente, que proporciona uma visão mais profunda de ‘o que nos faz o que somos’ e uma possibilidade de diálogo entre neurociência e outras áreas. Esses diálogos podem ajudar-nos a explorar mecanismos neurológicos que fazem a percepção e criatividade possíveis. Nesse sentido, esse diálogo poderia fazer da ciência parte da nossa experiência cultural cotidiana. Mas quais os benefícios desse intercâmbio e quem ganha com isso? Os ganhos para a ciência são bastante claros, um dos principais desafios hoje para a biologia é saber como o cérebro se torna consciente da percepção, experiências e emoções. Mas é igualmente concebível que esse intercâmbio possa ser útil para espectadores de arte, historiadores da arte e artistas.

De acordo com Kandel, a compreensão dos processos de percepção visual e resposta emocional podem estimular uma nova linguagem de arte, novas formas de arte e quem sabe até novas formas de expressão da criatividade. Leonardo Da Vinci e outros artistas renascentistas usaram seus conhecimentos sobre anatomia para ajudá-los a representar o corpo, logo, muitos artistas contemporâneos podem criar novas formas de representação em resposta às revelações sobre como o cérebro funciona.

Muito do que achamos interessante e convincente sobre uma obra de arte não pode ser explicado pela ciência atual ciência da mente. No entanto, toda a arte visual, desde as antigas pinturas rupestres de Lascaux até as performances contemporâneas, têm importantes componentes visuais, emocionais e empáticos que agora compreendemos em um novo nível. Uma maior compreensão desses componentes, não só esclarece o conteúdo conceitual de arte, mas também explica como o observador traz memória e experiência para enriquecer uma obra de arte, como resultado, assimila aspectos da arte em um corpo mais extenso de conhecimento. (KANDEL, 2012, xviii)

Em 1871, durante uma palestra, o fisiologista alemão Hermann von Helmholtz, argumentou que:

[...] devemos olhar para os artistas como pessoas cuja observação e impressão sensorial são particularmente vívidas e acuradas e cuja memória para essas imagens é particularmente verdadeira. No qual uma longa tradição tem proferido aos homens mais talentosos nesse respeito e que eles tem encontrado inumeráveis experimentos nas mais variadas direções [...] formam séries de fatos importantes e significantes, no qual um fisiologista, que está aqui para aprender com o artista, que não pode se dar ao luxo de negligenciar. (HELMHOLTZ, 1995, p.280)

Artistas têm sido historicamente os primeiros investigadores da percepção visual, no entanto, nem sempre com experimentos reprodutíveis ou resultados verificáveis, investigando os segredos da visão e do cérebro visual. Leonardo da Vinci usou seu conhecimento de como o olho percebe forma e profundidade através de mudanças graduais na luz com sua técnica de *sfumatto* e *chiaroscuro*, séculos antes de psicólogos e neurocientistas elaborarem suas teorias sobre profundidade. Artistas também têm se apropriado de novas descobertas sobre percepção visual paralelamente a descobertas científicas, o melhor exemplo disso é a Optical Art dos anos 60. Mais conhecida como Op-Art<sup>1</sup>, assim chamada por seu interesse nos efeitos de contraste e cor na retina, ela é um ótimo exemplo de uma mútua colaboração de ideias entre arte e ciência. O trabalho de alguns artistas empenhados em compreender a percepção visual se compara com as investigações de neurocientistas.

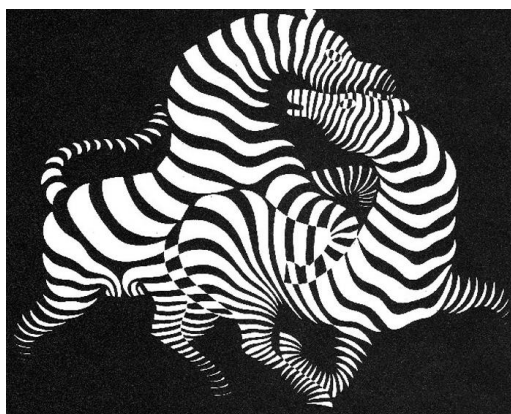


Figura 1. Zebras, Victor-Vasarely, 1938.

Para o cientista Patrick Cavanagh, de Harvard, ‘artistas são neurocientistas’ no sentido de que ‘nosso cérebro visual usa uma física simples e reduzida para entender o mundo’ (CAVANAGH, 2005, p.301-307). Ou seja, interpreta várias informações e as reconstrói como uma realidade. Essa interpretação da realidade é o próprio processo da visão. Ao contrário do mito de que funciona de forma análoga a uma câmera fotográfica e de que a imagem entra invertida através do olho, a visão é um processo bastante complexo. Basicamente tudo começa com as ondas de luz sendo percebidas por dois tipos de fotorreceptores da retina e enviadas através de neurônios para áreas do córtex visual primário (V1), onde são enviadas para outras áreas que identificam as características dos objetos, lugares ou pessoas. Por exemplo, existem neurônios específicos para cada tipo de orientação de linha, e quando ativadas juntas formam a linha de contorno do que percebemos.

O neurocientista Semir Zeki, pioneiro em neuroestética, professor e pesquisador do laboratório de Neurobiologia da *College London* e diretor do *Institute of Neuroaesthetics*, fundado em 2001, tem como seu assunto de principal interesse a organização do córtex visual primário. Ele argumenta que a principal função do cérebro é a aquisição de conhecimento do mundo e as artes visuais são extensão dessa função. Diferentemente de outras formas de aquisição de conhecimento como livros ou experiências, as artes visuais são uma extensão mais direta das funções do cérebro, isso porque a visão é de longe a forma mais eficiente de aquisição de informação sobre pessoas, lugares e objetos. Zeki afirma também que todos os objetos de arte obedecem a leis do cérebro visual, então, é natural que a arte nos revele essas leis, frequentemente nos surpreendendo com uma visualidade inesperada. E retoma a famosa frase de Paul Klee para ilustrar seu pensamento: “A arte não representa o visível, ela torna visível”. Em suma, a neuroestética tem procurado compreender os mecanismos neurobiológicos e viscerais da nossa resposta à arte, em busca de uma visão mais completa da experiência estética. E tem se instrumentalizado através da neurociência, que nos fornece dados palpáveis de como a visão funciona, de como respondemos a objetos e a cenas, reais ou representacionais, às artes visuais, à música, à dança, à literatura, ao cinema e aos jogos. Através de novas tecnologias como o monitoramento funcional de imagem (fMRI), hoje podemos saber que áreas do nosso cérebro são ativadas quando somos expostos a determinadas imagens ou situações. Sabemos também como a memória funciona, o que é a chave da compreensão do aprendizado, e logo, de todos os processos de apreensão do mundo.

Alguns renomados cientistas têm ido um mais pouco longe com suas afirmações, argumentando que é possível encontrar correlatos neurais que caracterizaram uma grande arte. Penso especificamente no caso de V. S. Ramachandran, que argumenta que o nosso fascínio pela arte deriva essencialmente do exagero ou distorção da forma, ou seja, toda a arte é caricatura. Ramachandran baseia sua hipótese no princípio “Peak Shift” que, em linhas gerais, é um princípio de comportamento em experimentos com animais treinados para responder as versões exageradas de estímulos. Por exemplo, se um rato é treinado para discriminar um quadrado de um retângulo quando

recompensado pelo reconhecimento do retângulo, o rato vai responder com mais frequência para o objeto para o qual ele está sendo recompensado, o rato então vai responder a um retângulo que é mais longo e mais estreito com uma frequência maior do que o original com o qual foi treinado. Isso é chamado de estímulo supernormal, o fato de que o rato está respondendo mais a um 'super retângulo' implica que está aprendendo uma regra o que não diz nada sobre arte, mas sobre aprendizado e recompensa.

Fico um pouco receosa com essa abordagem porque a maioria desses estudos têm se utilizado de pinturas da arte moderna ou de obras de arte de tradição europeia para exemplificar suas hipóteses. É muito importante realçar que o que a nossa cultura ocidental aceita como Arte, é um recorte bem específico de uma tradição a partir do Renascimento, quando o *status* social do artista é reconhecido como autor de suas obras. Tenho em mente, por exemplo, a importância da experiência estética na arte tribal, onde o índio emprega mais esforço e mais tempo na produção de seus artefatos do que o necessário aos fins utilitários.

Obviamente, não nego que em alguns casos essas especulações fazem sentido, o problema, a meu ver, é usar essa hipótese como princípio, ou fórmula geral para reduzir um campo de milhares de anos de história a apenas um fenômeno formal. Arte é um complexo fruto de diferentes contextos culturais e sociais, acesso a materiais, ferramentas, formas de representar o mundo e a nós mesmos, acho impossível encontrarmos através de apenas uma perspectiva a característica ou uma explicação do nosso fascínio pela arte através dos séculos. Nesse sentido, minha pergunta é: quais dados a ciência pode nos oferecer para compreendermos esse fenômeno que se manifesta através da história da humanidade em diferentes lugares? Existem princípios biológicos universais implicados em nossa resposta à arte? Se existem, quais são? Essas respostas são possíveis de ser medidas e comprovadas através do mapeamento de nossas funções cerebrais?

## TEORIA DARWINIANA DA BELEZA

Durante a pesquisa me deparei com dois autores de formações distintas que se apropriam da teoria evolucionista para responder algumas questões. Por que as pessoas percebem certos objetos, pessoas ou lugares como belos e prazerosos? Quais são as condições culturais e sociais para o comportamento e experiência estética?

Filósofo da arte, professor da *Canterbury University* e editor da *Arts & Letters Daily*, no livro *The Art Instint: Beauty, Pleasure & Human Evolution*, Denis Dutton propõe uma teoria acerca de nosso comportamento relacionado ao que consideramos belo. Argumentando que longe de sermos condicionados culturalmente por padrões estéticos, a beleza é uma herança de ancestrais pré-históricos. Hipótese que encontra um ponto em comum com Helmut Leder, pesquisador da Universidade de Viena, com foco em Ciências Cognitivas e Percepção Estética. Leder se debruça sobre a questão pela qual as pessoas preferem certos objetos, por que elas percebem uns ou outros como belos. Considerando aspectos da beleza em seres humanos e paisagens e os motivos pelos quais um sujeito é considerado mais atraente do que o outro, Leder apresenta uma explicação relacionando a atração à ausência de defeitos genéticos, e, destaca ainda a preferência por certas paisagens; aparentemente, paisagens verdes parecem mais atraentes, logo, são preferíveis às paisagens marrons.

Dutton busca compreender o que é a experiência da beleza, afirmando ser um assunto complicado em parte porque as coisas que chamamos de belas são muito diferentes. Logo de cara o autor faz uma lista composta por seres humanos, formas geográficas da natureza, obras de arte e ações humanas, tais como o rosto de um bebê, *O Mágico de Oz*, peças de Chekhov, uma vista do Monte Fuji de Hokusai, o gol da vitória numa partida da Copa do Mundo, *A Noite Estrelada* de Van Gogh, um romance de Jane Austen. A explicação da presença da beleza em todos esses itens que o autor elenca é bastante provocativa, mas de acordo com ele, promete ser a mais poderosa teoria da beleza que podemos ter:

Claro que muitas pessoas pensam que já sabem a resposta certa para a pergunta ‘O que é beleza?’. Está nos olhos de quem vê. É o que mexe com você pessoalmente. Ou, como algumas pessoas - especialmente acadêmicos - preferem, a beleza está nos olhos culturalmente condicionados de quem vê. As pessoas concordam que pinturas ou filmes ou música são lindas porque suas culturas determinam uma uniformidade de gosto estético. Gosto por beleza natural e pelas artes atravessam culturas com grande facilidade. Beethoven é adorado no Japão. Peruanos amam as gravuras japonesas. Esculturas incas são vistas como tesouros nos museus britânicos, e Shakespeare é traduzido para todas as maiores línguas da Terra. Ou pensem no jazz americano ou filmes americanos, eles chegam em todos os lugares. Há muitas diferenças entre as artes, mas há também prazeres e valores universais e transculturais. (DUTTON, 2010)



Dutton afirma que podemos explicar esta universalidade reconstruindo uma história evolucionária Darwiniana dos nossos gostos estéticos e artísticos, buscando as origens dos nossos gostos e preferências artísticas atuais, para compreendermos como eles foram gravados em nossas mentes. Através de registros como fósseis, artefatos e pinturas em cavernas, entre outros, e o que sabemos sobre interesses estéticos de grupos de caçadores coletores isolados que sobreviveram nos séculos XIX e XX, o autor afirma que a experiência da beleza é um componente numa série de adaptações Darwinianas, um efeito adaptativo no qual estendemos e intensificamos na criação e apreciação das obras de arte. Lembrando rapidamente que a evolução opera por dois mecanismos principais, seleção natural e seleção sexual. A seleção natural também explica muitas repulsas básicas, como o odor de carne podre ou medos, como o medo de cobras ou estar de pé na beira de um abismo. Também explica prazeres, prazer sexual, ou gosto por doces, gorduras e proteínas, o que explica muitas comidas populares de frutas maduras, malte e carnes. Já a seleção sexual opera de maneira muito diferente, o rabo do pavão é o exemplo mais famoso. Ele não evoluiu para a sobrevivência natural, ele é o resultado das escolhas de acasalamento feitas pelas fêmeas:

[...] podemos dizer que a experiência da beleza é uma das maneiras que a evolução tem de criar e manter interesse e fascinação, até mesmo obsessão, para nos encorajar a tomar as decisões mais adaptativas para sobrevivência e reprodução. A beleza é o jeito da natureza de agir à distância, por assim dizer. Você não pode querer comer uma paisagem que adaptativamente nos beneficia. Não seria uma boa ideia comer o seu bebê ou seu amante. Então a artimanha da evolução é fazê-los bonitos, fazê-los exercer um certo magnetismo para lhes dar prazer de simplesmente olhá-los. (DUTTON, 2010)

Pessoas de culturas muito diferentes em todo o mundo tendem a gostar de um tipo de paisagem em particular, uma paisagem bem similar, e esta paisagem aparece em calendários, cartões postais, no *design* de campos de golfe e parques e em imagens em molduras douradas que estão penduradas em salas de Nova York à Nova Zelândia.

Como o próprio autor descreve a paisagem em questão, ela possui árvores, as preferidas são as que se bifurcam próximas do chão, árvores em que vocês poderiam subir se estivessem em dificuldade. Ela também mostra a presença evidência de água, indicações de vida animal ou pássaros, assim como diversas áreas verdes e um caminho ou uma estrada. Essa paisagem é considerada atraente, até mesmo por pessoas em países que não a possuem. A paisagem de savana ideal é um dos exemplos mais claros de onde seres humanos em qualquer lugar acham beleza numa experiência visual similar.

Mas alguém pode argumentar que isso é beleza natural e não nos diz nada sobre beleza artística, que é cultural. Dutton afirma que devemos olhar para a pré-história para falar sobre isso. As cavernas de Chauvet têm aproximadamente 32 mil anos, junto com algumas esculturas pequenas de mulheres e animais do mesmo período. Mas

habilidades artísticas e decorativas são muito mais antigas do que isso. Alguns colares de conchas, assim como pintura corporal com ocre, foram encontrados datados de cem mil anos atrás. Mas alguns artefatos mais intrigantes são mais velhos que isso, os Handaxes Auchelianos. Estes Handaxes, chamados assim porque foram encontrados em Saint-Acheul na França no século 19, foram escavados aos milhares, ao longo da Ásia, Europa e África, quase em todo lugar onde o *Homo Erectus* e o *Homo Ergaster* estiveram. Agora, os números desses Handaxes mostram que eles não poderiam ter sido feitos para cortar animais. A história complica quando se percebe que, diferente de outras ferramentas, os Handaxes não apresentam evidências de desgaste nas suas lâminas, que são delicadas. E alguns são grandes demais para usar para cortar animais. Sua simetria, seus materiais atraentes e, acima de tudo, seu acabamento meticuloso são atraentes para nossos olhos até hoje.



Figura 2. O mais antigo handaxe encontrado.  
(<http://archaeology.about.com/od/hterms/g/handaxe.htm>)

A hipótese mais plausível é que esses artefatos foram literalmente as primeiras obras de arte conhecidas, ferramentas práticas transformadas em objetos estéticos por sua forma. Esses artefatos marcam um avanço evolucionário na história da humanidade, ferramentas feitas para funcionarem como manifestações parecidas com o rabo do pavão, os Handaxes são feitos de forma consciente e hábil. Produzidos de forma competente eles indicam qualidades pessoais desejadas: inteligência, coordenação motora refinada, habilidade de planejar, consciência, e às vezes acesso a materiais raros. O interessante sobre isso é que não sabemos como essa ideia foi comunicada, pois o *Homo Erectus* que fez esses objetos não tinha linguagem. Este objeto foi feito por um ancestral homínido entre 50 e 100 mil anos antes da linguagem. Para nós, técnicas virtuosas são usadas para criar mundos imaginários na ficção e filmes, para expressarmos emoções através da música, pintura e dança. Porém, uma característica fundamental da personalidade ancestral persiste nos nossos desejos estéticos: a beleza que encontramos em performances habilidosas. Os seres humanos têm um gosto inato

permanente por manifestações virtuosas na arte, nos sentimos atraídos por algo bem feito.

Finalmente, Dutton compara nosso fascínio por joias lapidadas em formato de lágrima, argumentando que a admiração por essa forma e pela habilidade de fazê-las está encravada profundamente em nossas mentes desde nossos antepassados. E afirma que essa poderosa reação às imagens e à expressão de emoção em arte estará conosco enquanto o ser humano existir.

Em 2012, durante uma palestra em Berlin, parte do evento *BMW Guggenheim Lab*, Helmut Leder se propõe a responder a pergunta “*What is beautiful?*”. Partindo da teoria evolucionista Leder usa o clássico exemplo do rabo do pavão, que funciona como mecanismo de seleção sexual para atrair a fêmea e na natureza não é nada funcional para o pavão, pois para fugir e se esconder o grande rabo cheio de penas é muito extravagante. E insiste que o adorno e ornamento são desenvolvidos para impressionar e interessar o possível parceiro sexual e isso se aplica a humanos e não humanos. Ou seja, pessoas consideradas atraentes possuem promessas de uma prole saudável, características sexuais proeminentes em ambos os sexos. Os perfis foram traçados em experimentos onde os participantes determinavam o que eles consideravam mais atraentes no sexo oposto. Homens consideram mulheres com maçãs altas, olhos e boca grandes, seios e quadris proeminentes, atraentes. Mulheres consideram homens com maxilar largo, costas largas corpo em formato V, atraentes. Se as condições de evolução são igualmente verdadeiras para os seres humanos a seleção de parceiros e relacionamentos são as áreas de convivência humana em que nós experimentamos os mais rigorosos limites biológicos de nosso comportamento. Mas o que isso pode acrescentar na discussão sobre o senso de beleza?

As bases de nosso senso de beleza, se forem biológicas, devem ter algo a ver com isso. Se a beleza promete coisas como um bom parceiro e uma boa prole, então, isso deve ter a mesma função para os humanos que o rabo do pavão tem no mundo animal não humano. Em suma, Leder apresenta as características que tornam um rosto humano belo ou atrativo. Experimentos em busca de um padrão de beleza tornam o trabalho um pouco complicado em função do sentido negativo que esse termo ‘média de aparência’ pode causar. O experimento foi feito através de um programa de computador onde os participantes criavam um padrão de ‘beleza médio’. O padrão consistia em nariz médio, boca estreita, rosto formato médio. Assim, esse padrão médio de aparência da população e suas formas são percebidos como especialmente atraentes. É interessante percebermos que possuir alguns pequenos defeitos genéticos pode provar ser uma desvantagem perante outros indivíduos.

Outro exemplo é a juventude, que funciona como um prognóstico de boa prole. Outro experimento citado por Leder na mesma palestra, e consistia em um teste no qual o participante modificava progressivamente através de um botão, o rosto que considera mais ou menos atraente, e também, mais feminino ou mais masculino. As características que eram associadas aos rostos tipicamente femininos ou masculinos consistiam em:

tipicamente femininas relacionadas com cuidado e características sociais, e, tipicamente masculinas relacionadas com características de força. Em outro momento foi questionado se as imagens de rostos eram atrativas e que tipo de relação o participante estaria mais inclinado a ter com aquela determinada pessoa. À primeira vista, estaria inclinados a ter uma relação a curto ou a longo prazo? Mulheres em ciclos férteis preferem, talvez inconscientemente, rostos mais tipicamente masculinos. Mas quando questionadas sobre a educação os filhos, por exemplo, elas preferem rostos mais tipicamente femininos. Logo, é importante evidenciar que masculinidade e feminilidade são preferíveis sob diferentes circunstâncias.

Outra característica que torna uma pessoa mais atraente é a expressão facial, o sorriso funciona para nós humanos como um mecanismo de recompensa, quanto mais amigável mais atrativa a pessoa se torna. O próprio Darwin já tratou do tema em *Expressão das Emoções no Homem e nos Animais*, as pessoas, em sua maioria, são seres sociais e reagem a sinais sociais, logo, nos sentimos gratificados quando vemos um sorriso. Em resumo, percebemos como atraentes pessoas com uma expressão facial amigável, um sorriso, uma aparência típica (rosto médio, ou seja, simetria entre as partes) e gênero típico (o homem com características típicas masculinas e a mulher com características típicas femininas). Mas o que define nosso senso de beleza para seres humanos também se aplica a outros objetos e coisas, por exemplo, os azulejos árabes.

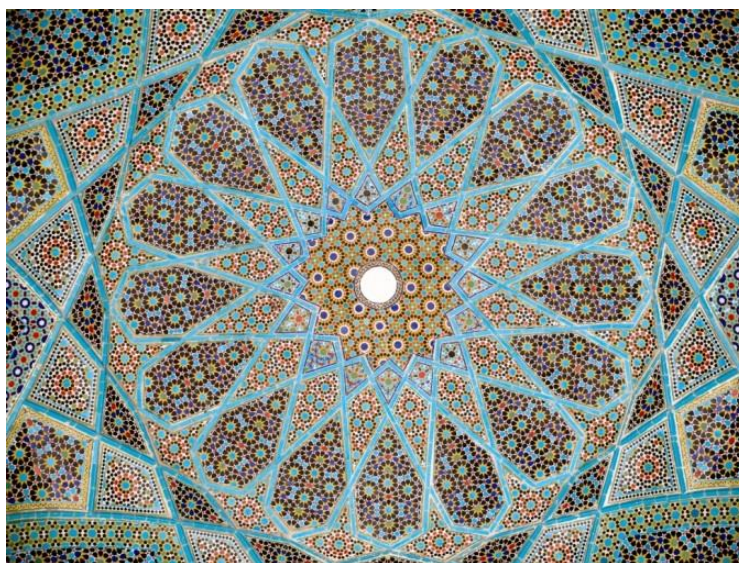


Figura 3. Tumba de Hafez, Irã.

Um mesmo mecanismo funciona para o que consideramos belo em paisagens, por exemplo, a paisagem ideal possui uma área considerável de verde, horizonte amplo, pequenos barcos e pequenas construções (sinais de civilização). Em alguns experimentos foram perguntados para os participantes, quais paisagens são mais bonitas, as paisagens naturais sempre foram consideradas mais bonitas do que as paisagens urbanas. A hipótese mais plausível nesse sentido é que preferimos ambientes que nos proporcionem abrigo, alimento e condições de reprodução, o que torna a

questão bastante paradoxal. A cidade é de longe o melhor abrigo que podemos ter, inventamos a cidade e estamos nela com sucesso há 8.000 anos, onde há melhores condições de perpetuação da espécie. Porém alguns estudos mostram que crianças preferem paisagens de savana porque ainda não perderam essa preferência inata, a hipótese da savana se baseia profundamente nas nossas preferências a partir da teoria evolucionista de que preferimos paisagens da África, local de onde surgimos e nos tornamos verdadeiramente humanos. O que é curioso nisso é que raramente as pessoas consideram as paisagens urbanas bonitas, porém, se mudamos o ângulo da imagem incluindo um horizonte a vista é considerada mais atraente, por exemplo, a relação vista aérea e vista com horizonte.

Outro princípio geral que ao lado da simetria é um sinônimo de beleza e que atravessa classes, culturas, paisagens, acontecimentos ou obras de arte é a complexidade. A complexidade afeta o quão bonitas consideramos que as coisas são, quanto mais complexas as coisas parecem ser, mais atraentes elas se tornam. A teoria mais plausível é de que preferimos uma quantidade razoável de complexidade. Nem algo tão simples que se torne entediante para o expectador e nem algo extremamente complexo. Dependendo de experiência e conhecimento, o que fica bem evidente no caso das artes. Quando estamos diante de uma pintura com muitos elementos, pode parecer muito complexo, porém, através de uma explanação sobre os elementos, uma leitura de imagem, se torna compreensível. O processo chamado *'top-down information'* consiste em induzir conhecimento para a compreensão da estrutura do que estamos vendo. O mais simples e o mais fácil são essenciais para nosso reconhecimento e compreensão das coisas, e a partir desse estágio é que se desenvolvem nossas preferências. Quando a questão é arte essas preferências também se aplicam, a diferença é que nosso contato com obras de arte é uma combinação de processamento de informação e emoções.

Leder nos apresenta um esquema de como o espectador percebe uma obra de arte e quais são suas respostas, no primeiro momento são percebidas a cor, o conteúdo, complexidade e o reconhecimento total do que é isso que estamos olhando. No segundo momento há um reconhecimento pela memória, 'eu sei o que isso deve ser', 'eu tenho ideia de que artista é, e os dados que sei sobre ele'. Nesse momento o reconhecimento do artista que estamos observando produz uma sensação de recompensa, uma leve satisfação. É por último e especialmente verdadeiro para a arte do século XX até agora, a tentativa de interpretar o que o artista tentou expressar. Quando o espectador se questiona 'você sabe sobre o que é isso?', começa a autorreflexão e a busca por uma interpretação.

O contexto onde é apresentado um trabalho de arte, a memória e as emoções que se desenrolam a partir da experiência com a arte são de total importância para um julgamento estético. A tabela abaixo retirada do artigo "*Next steps in neuroaesthetics: Which processes and processing stages to study?*", Leder ilustra passo a passo o que supõe-se acontecer com o espectador em contato com uma obra de arte, em nível hierárquico e paralelo.



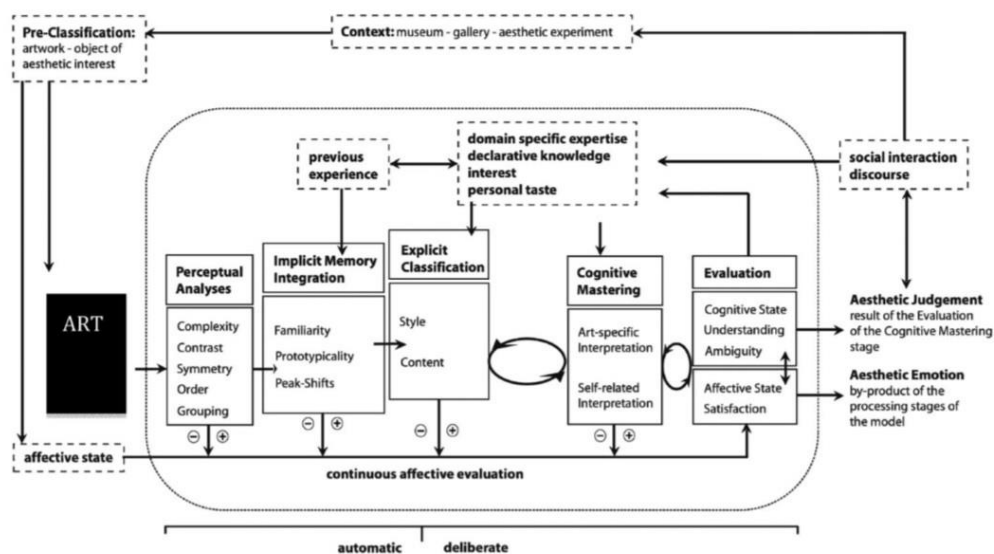


Figura 4. Versão modificada do modelo de processamento de informação por Leder, Belke, Oeberst & Augustin (2004). Figura adaptada por Elisabeth Schwille.

Outro experimento feito na Universidade Livre de Berlim procurou testar o que acontece quando uma pessoa reconhece uma obra de arte. O teste consistia em apertar um botão quando os participantes estivessem certos de que era uma paisagem ou um retrato, o que levou um tempo diferente para cada imagem. Enquanto isso os movimentos dos olhos foram monitorados e as respostas emocionais foram verificadas através do exame do tamanho da pupila. Quando as pessoas reconhecem uma imagem os olhos se abrem instantaneamente e o espectador experimenta uma breve emoção positiva. Esses experimentos e pesquisas apontam que os motivos pelos quais apreciamos obras de arte ou coisas se relacionam ao fato de estarmos altamente familiarizados com elas, por possuírem uma escala de complexidade ou porque podemos compreendê-los. Usemos como exemplos pinturas de Monet e Pollock, que hoje são celebradas como grandes obras de arte, essas pinturas foram altamente criticadas e rejeitadas por críticos em suas respectivas épocas de apresentação, muito em parte por aquela sociedade não estar familiarizada com essas formas de representação de realidade. O que percebemos hoje é que a arte não precisa mais ser atraente ou bela, ela conquistou novas funções através de novas sensações e emoções, e poder dizer muito sobre como o espectador percebe o mundo, e, procura e encontra significados nele.

Sendo assim, a arte que não é verossímil ou figurativa, pode ser tão atrativa e interessante porque provoca diversos tipos de sensações e emoções. Por hora, o que fica claro é que possuímos um senso estético e que as nossas características biológicas possuem grande influência na nossa vida cotidiana e na nossa interação com as pessoas e esses princípios podem em parte ser aplicados à cultura e à arte.

## ARTE E NEUROCIÊNCIA: NEUROESTÉTICA

A questão central da ciência do início do século XXI é entender a mente humana em termos biológicos, sendo assim não tardou para que a arte, como produto de complexas interações entre mente e corpo, fosse objeto de interesse pela neurociência. No próximo capítulo, apresentarei de uma forma breve como funciona o sistema nervoso, em especial como a visão funciona, meu tema de maior interesse. Além disso, irei apresentar o campo da neuroestética e seu pioneiro Semir Zeki. Em seguida serão desenvolvidas algumas considerações sobre os rumos da neuroestética e suas diferentes linhas de pesquisa.

[...] arte e cognição tem sido sempre como dois espelhos convexos que refletem e amplificam um ao outro. No entanto, surpreendentemente, apesar dos recentes desenvolvimentos monumentais em estética e cognição, a conexão entre as duas disciplinas não foi estudado sistematicamente. (SOLSO, 1996, xiii.)

Solso afirma que a arte e a cognição sempre foram espelhos convexos que refletem e amplificam um ao outro, agora pensemos no termo ‘*cognição*’, palavra de raiz latina ‘*cognoscere*’ (dar-se conta, perceber), que se refere a processos de alto nível, fundamentais para nossa experiência consciente. Em *The Psychology of Art and the Evolution of the Conscious Brain* Robert Solso descreve como uma consciência que evoluiu para outros fins percebe e cria arte, demonstrando que a consciência desenvolveu-se gradualmente com componentes distintos que evoluíram ao longo do tempo. Um desses componentes é a consciência adaptativa, que inclui a capacidade de imaginar objetos que não estão presentes, uma habilidade que nos permite criar e perceber as artes visuais. Através de uma sequência neurológica, perceptiva e cognitiva que ocorre quando estamos em contato com a arte e o efeito muitas vezes inexprimível que uma obra de arte tem sobre nós, Solso mostra que existem dois aspectos a visualização de arte: a percepção inata, a sincronicidade dos olhos e cérebro que transforma a energia eletromagnética em códigos neuroquímicos que são transformados em cognição e a percepção dirigida, que incorpora a história pessoal e conhecimento de todo o conjunto de nossas expectativas e experiências passadas. Ambas as formas de percepção fazem parte da apreciação da arte e ambas são produtos da evolução do cérebro consciente ao longo de centenas de milhares de anos. O cientista afirma que a consciência e as manifestações artísticas parecem ter se desenvolvido mutuamente, porém, nem todos nós, seres humanos, produzimos ou consumimos arte, então, há diferença na forma de perceber o mundo entre um artista e um não artista?

Um experimento conduzido em Stanford por Robert Solso comparava os resultados de funções específicas executadas por estudantes de psicologia sem treinamento em artes e um artista especializado em retratos. O experimento consistia em fazer um desenho de um rosto durante 30 segundos dentro de um equipamento de ressonância magnética

(MRI), os resultados comparados confirmaram que a área associada com identificação de rosto (FFA) foi especificamente ativada. O experimento também sugere que artistas podem ser mais eficientes em processamento de identificação de rostos. Em comparação ao estudante sem treinamento formal o artista demonstrou menos atividade na área FFA, que processa rostos, e mais atividade no lobo direito médio-frontal, parte do cérebro usualmente associada com mais complexas associações e manipulações de formas visuais.

Porém, Robert Solso não é foi primeiro a tratar o assunto percepção visual, mente e arte. Semir Zeki, formado em neuroanatomia e professor da *Univerty College of London* foi o pioneiro no estudo do cérebro visual, publicando em 1993 o artigo *Vision of the Brain*, em que relaciona mecanismos do cérebro e visão. Seus estudos sobre o cérebro visual e o profundo interesse em arte e música resultaram no artigo *Neurology of Knetic Art* (1994) publicado no jornal científico BRAIN, onde Zeki analisa soluções visuais em determinadas obras e como elas são processadas pelo nosso cérebro. Mais tarde Zeki publicou *Inner Vision: An exploration of Art an the Brain* (1999), em que afirma que a arte e o cérebro visual possuem a mesma função, aquisição de conhecimento sobre o mundo, e que artistas são neurologistas, pois investigam as funções do cérebro visual com seus experimentos na arte.

Inner Vision, como o primeiro livro que se entende ao tratamento desse assunto é um marco. É significativo para quem trabalha na área de humanas que está pensando em fazer uso da neurociência, uma vez que ilustra o que um dos maiores especialistas nos últimos campos acredita que pode e o que não pode ser alcançado. Zeki mistura de ambição e cautela que pode ser bem ilustrada pelas primeira palavras do primeiro capítulo:

Isso não é tanto sobre arte, é mais um livro sobre o cérebro. Isso deriva da minha convicção de que em larga medida a função da arte e a função do cérebro são as mesmas, ou pelo menos o objetivo da arte constitui na extensão das funções do cérebro; portanto sabendo mais sobre o funcionamento do cérebro em geral, e do cérebro visual em particular, pode-se ser capaz de desenvolver as linhas gerais de uma teoria da estética que base biológica. (ONIANs de 2007, p.190.)

Nesse sentido:

Zeki promove um reencontro entre a tradição e inovação nas ciências e na arte. De certa maneira, suas descobertas sobre o ‘conhecimento visual’ devolvem à experiência visual a importância que a mesma perdeu em algumas correntes contemporâneas da arte. (SEMELER, 2011, p.132)

## O MITO DO OLHO QUE VÊ

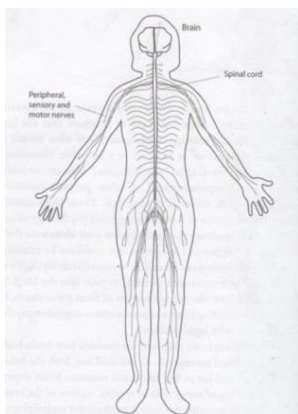


Figura 5. Sistema Nervoso.

Ao contrário do que por muito tempo se imaginou, a visão não acontece no olho, mas no cérebro. Todos os estímulos ao nosso redor são captados por nossas entradas sensoriais e para entendermos melhor a visão primeiramente precisamos saber como o sistema nervoso funciona.

O sistema nervoso consiste no cérebro e espinha dorsal e, como todo corpo, possui dois lados essencialmente simétricos. O sistema nervoso central contém a maquinaria necessária para reflexos simples, através das entradas sensoriais pela superfície do corpo a informação sensorial entra e é traduzida em ação. O cérebro é dividido em dois hemisférios cerebrais, que são cobertos pelo córtex cerebral. O córtex tem em média 2-4 mm de espessura, sendo rico em neurônios, e é o local onde se desempenha um papel central em funções complexas do cérebro como memória, atenção, consciência, linguagem e percepção. Cada lado do córtex cerebral é dividido em quatro lobos diferentes: frontal, parietal, temporal e occipital.

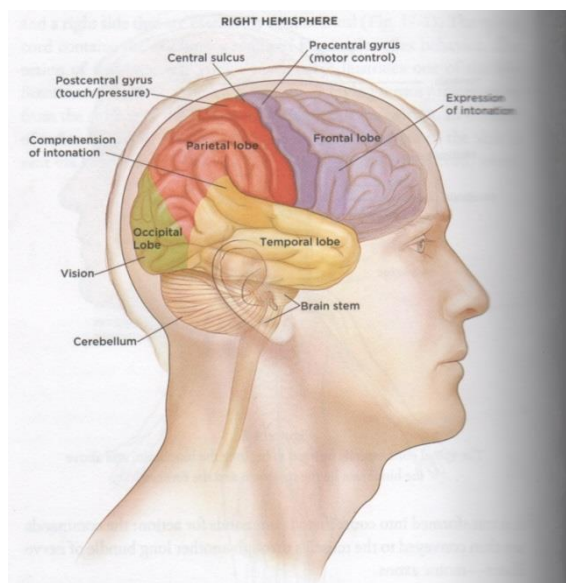


Figura 6. Localização dos lobos frontal, parietal, temporal e occipital.

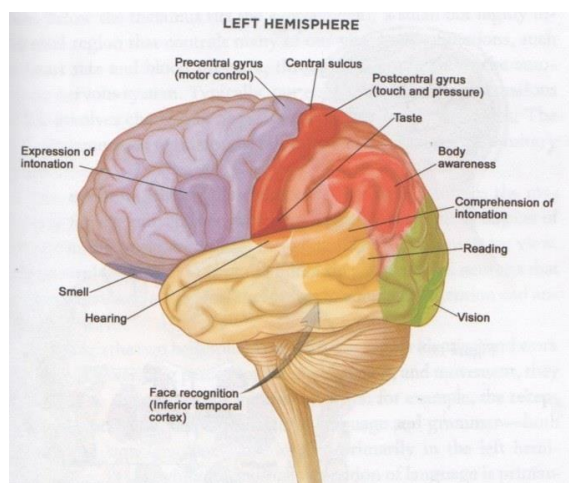


Figura 7. Identificação das áreas de processamento de diferentes informações sensoriais: visão, leitura, audição, paladar, olfato, consciência corporal, expressão e compreensão de entonação e reconhecimento de rostos.

Lobo frontal: Se encarrega de funções executivas, julgamento moral, regulação de emoções, planejamento de ações a longo prazo e controle de movimento. Lobo parietal: sensação de toque, formação perceptiva da imagem do nosso próprio corpo, relação da imagem do corpo com o espaço ao nosso redor e atenção. Lobo temporal: Importante para a interpretação visual, incluindo reconhecimento de rostos e informação relacionada a audição e linguagem. Lobo occipital: Processamento de informação visual.

O lobo temporal também se envolve com lembranças conscientes e com a experiência de memória e emoção. Essas funções resultam das conexões do lobo temporal com cinco estruturas profundas abaixo do córtex: hipocampo, amígdala, *striatum*, tálamo e hipotálamo. (KANDEL, 2012)

Então, como foi dito anteriormente. o foco desse capítulo é o processamento da visão. Possuímos células nervosas em toda a superfície do nosso corpo, chamadas neurônios, na retina especificamente há dois tipos de fotorreceptores: cones e bastonetes. Os cones nos permitem ver detalhes, eles funcionam à luz do dia ou em salas iluminadas e respondem sensivelmente a contraste, cor e detalhes finos. Os cones estão presentes em toda a retina, são os únicos fotorreceptores localizados no centro, ou fóvea, o lugar mais sensível para a visão. Os bastonetes se localizam nas regiões periféricas, quanto mais se afasta do centro da retina mais bastonetes há; são ineficazes à luz do dia ou sob níveis normais de iluminação dentro de ambientes fechados. Os bastonetes não estão envolvidos em percepção e são responsáveis pela nossa visão noturna. Em linhas gerais as ondas de luz entram são percebidas por esses fotorreceptores e a informação é enviada pelo nervo ótico até o córtex visual, onde cada característica desses objetos, pessoas e lugares é 'lida' em diferentes áreas denominadas V1, V2, V3, V4 e V5.

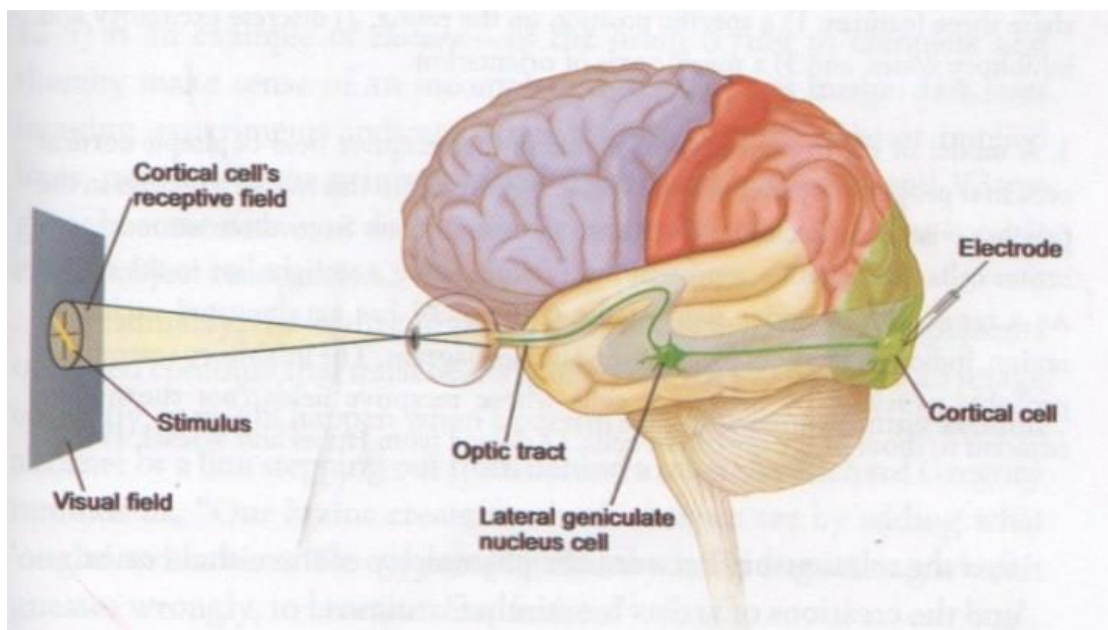


Figura 8. Esquema do processamento da informação visual.



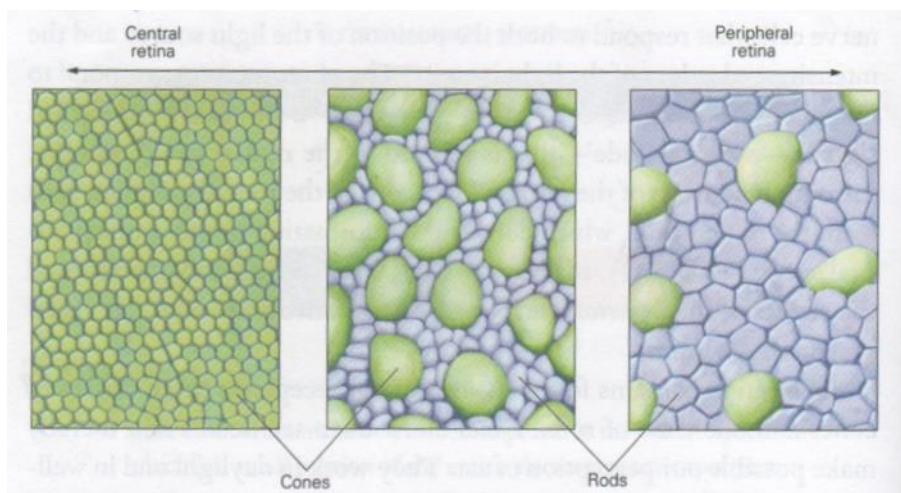


Figura 9. Relação dos fotorreceptores cones e bastonetes na retina.

Em uma série de estudos seminais Kuffler, Hubel e Wiesel descobriram que os sinais enviados pelos neurônios no cérebro por fim produzem o que nos torna conscientes de distintos aspectos da imagem visual. Eles descobriram que os neurônios nos estágios iniciais do sistema visual (a retina e o núcleo geniculado lateral) respondem mais efetivamente para os pequenos pontos de luz. Neurônios no córtex visual primário (V1, o primeiro estágio no cérebro, organiza a informação visual em linhas, bordas e cantos; esses elementos são combinados para produzir contornos figuras primitivas. Nos estágios subsequentes no córtex visual do qual recebem informação visual do córtex primário, também se encarregam de funções especializadas: V2 e V3 respondem por linhas virtuais e bordas, V4 responde a cor e V5 a movimento. Finalmente, trabalhos de outros neurocientistas mostraram que o córtex temporal inferior, a região mais alta do cérebro visual, onde os neurônios respondem a formas complexas, a cenas visuais, lugares específicos, a mãos, corpos e particularmente a rostos, bem como a cor, localização no espaço e movimento. (KANDEL, 2012, p.239)

Foi através do livro *Inner Vision: An exploration of Art an the Brain* (1999) que Zeki introduziu a neuroestética no discurso científico, argumentando que nenhuma teoria estética está completa sem o entendimentos dos fundamentos neurais paralelos à experiência estética. O sistema nervoso decompõe a informação visual em atributos como cor, luz e movimento. De modo similar a isso muito artistas do século XX isolam e potencializam esses diferentes atributos.

Por exemplo, Henri Matisse enfatiza a cor e Alexander Calder o movimento, nesse sentido Zeki afirma que artistas empenham-se em descobrir e manipular esses efeitos óticos à nossa volta e descobrem assim mecanismos internos do cérebro visual.



Figura 10. Móbile. Alexander Calder.



Figura 11. The Schimo, 1947. Henri Matisse.

Margaret Livingstone, pesquisadora em neurobiologia de Havard, estuda especificamente o mistério de uma das obras de arte mais famosas da história, a Mona Lisa e seu famoso sorriso. Livingsstone conta com uma hipótese de que nossa surpresa ao perceber que o sorriso não estava mais ali se dá de fato por um fenômeno ótico, uma trapaça de nossa percepção. Nossa visão, como já foi visto detalhadamente nesse capítulo, acontece em nível hierárquico e paralelo, porém logo no início dessa trajetória tudo que percebemos do mundo exterior entra através da nossa retina, onde possuímos dois tipos de fotorreceptores, cada um deles mais concentrados em uma determinada parte da retina, no centro e nas bordas respectivamente. Nossa visão central é responsável por reconhecimento de detalhes finos e a visão periférica por traços mais grosseiros. A hipóteses de Livingstone é de que quando mudamos o foco de nossa atenção dos olhos para boca na famosa pintura, estamos na verdade sendo enganados por nossa atenção dirigida a cada parte e algo aconteceria e surgiria como um passe de mágica, um sorriso zombeteiro que logo se dissipa.

## NEUROESTÉTICA EXPERIMENTAL

Outro cientista que se debruça sobre o tema da neuroestética, Anjan Chatterjee afirma que um programa experimental em neuroestética possui dois princípios: estética visual, como a visão em geral possui múltiplos componentes, e a experiência estética, que emerge da combinação de respostas a esses componentes.

O sistema nervoso processa informação visual de ambas formas, em sequências hierárquicas e paralelas (Farah, 2000; Zeki, 1993) Van Essen, Feleman, DeYoe, Ollavaria, & Knierman, 1990). Os componentes sequenciais do processamento visual pode ser classificados em inicial, intermediário e visão final (Marr, 1982). A visão inicial extrai elementos simples do ambiente visual, como cor, luminosidade, tamanhos, movimento e localização (Livingstone & Hubel, 1987, 1988). Esses elementos simples são processados em diferentes partes do cérebro. A visão intermediária segrega alguns elementos e agrupa outros em conjunto para formar regiões coerentes, que em caso contrário seria uma variedade sensorial caótica e esmagadora (Ricci, Vaishnavi, & Chatterjee, 1999; Grossberg, Mingolla, & Ross, 1991). A visão final seleciona quais dessas regiões coerentes para selecionar e evocar memórias desses objetos que são reconhecidos e os significados ligados (Chatterjee, 2003; Farah, 2000). A sequência hierárquica do processamento visual deve ser refletida na experiência estética visual.

[...]

Qualquer obra de arte pode ser decomposta dentro desses componentes da visão inicial, intermediária e final. A percepção estética pode ser distinguida entre forma e conteúdo (e.g. Woods, 1991; Russel & George, 1990), a distinção já foi demonstrada experimentalmente (Ishai, Fairhall, & Pepperrell, 2007). Similarmente, cientistas observaram que a forma é processada pela visão inicial e intermediária, ao passo que o conteúdo é processado pela visão final. Assim, a visão inicial apresenta a cor e a localização espacial de um objeto de arte. Esses elementos seriam agrupados para formar uma maior unidade na visão intermediária. Agrupamento cria 'unidade na diversidade', uma noção central do equilíbrio na composição. (CHATTERJEE, 2010, p.55)

Além da percepção da informação visual, outros dois aspectos são importantes na nossa resposta à arte, a resposta emocional e o julgamento estético. As áreas ativadas durante uma resposta emocional são o lobo temporal medial anterior e os córtices orbito-frontal e estruturas subcorticais, áreas que mediam emoções em geral e sistemas de recompensa. Lembrando que o lobo temporal está envolvido com interpretação da informação visual, reconhecimento de rostos, informações relacionadas à linguagem e audição, memória conscientes e emoções.

Julgamento estético sobre um estímulo é medido por classificações de preferências, e são suscetíveis de envolver circuitos distribuídos amplamente, sobretudo o frontal dorsolateral e o córtex frontal medial. O ponto geral é que neuroestética visual, como a maioria dos sistemas biológicos complexos é hierárquico e pode ser decomposto dentro de estáveis subsistemas (Simon, 1962). Essa organização hierárquica é precisamente o que faz essa aproximação de estética experimental possível. (CHATTERJEE, 2010, p.56)

Sendo assim, podemos dividir a experiência estética em dois sentidos paralelo e hierárquico. A percepção de uma imagem, seja de uma obra de arte ou uma imagem qualquer, é processada pelos mesmas vias de percepção de informação visual, porém de acordo com Zeki, artistas potencializam esses componentes visuais já existentes, proporcionando um super-estímulo que recompensa sensorialmente o espectador. Outros fatores como resposta emocional e julgamento estético são importantes quando a imagem em questão é uma obra de arte, porque ela requer do espectador o uso de memórias de experiências anteriores ou conhecimentos específicos, atenção e sistema de recompensas (liberação de hormônios).

A experiência de contato com a arte requer dos nossos sistemas mais primitivos e dos mais ‘altos cognitivamente’. É um meio de expressão de emoções e ideias, uma forma de entrar em contato com narrativas e memórias, requer capacidade de planejamento a longo prazo, compreensão de espaço, utilização de materiais e não podemos esquecer de que produzir e apreciar arte serve como uma atividade de importante função ritualística e coesão social. Como já foi comentado até agora, muitos cientistas afirmam que a arte teve um papel crucial na evolução da nossa consciência, devido ao desenvolvimento dessas capacidades ao longo da história.

A experiência da arte possui mais de trinta mil anos de história, então, como uma atividade que é tão crucial para nossa regulação mental, social e tecnológica pode ser tão subestimada nos currículos escolares? Cada vez mais disciplinas de arte, música, dança e teatro têm sido retiradas de currículos escolares em detrimento de outras que desenvolvem capacidades linguísticas e lógico-matemática, consideradas de maior importância. Nossa sociedade raramente prestigia a produção artística tanto quanto o esporte, por exemplo. E mesmo assim eu nunca conheci alguma criança que não gostasse de desenhar, pintar ou jogar bola. Pensando nisso, em que a neurociência pode ajudar a reverter esse discurso atual, que desmerece uma atividade milenar que desenvolveu habilidades tão importantes para nossa vida cotidiana?

## ARTE-EDUCAÇÃO E NEUROCIÊNCIA

Recentes pesquisas em neurociência têm se debruçado sobre o tema da educação, esse novo campo comumente chamado ‘neuroeducação’, se dispondo a desvelar os mecanismos de como o cérebro aprende, e para isso propondo novas ferramentas e formas mais efetivas para um aprendizado mais eficaz. No caso específico das artes tem-se descoberto o impacto impressionante através da instrução das artes no desenvolvimento cognitivo, social e emocional dos alunos.

Neurocientistas têm encontrado pistas sobre como as atividades físicas e mentais necessárias para as artes são tão fundamentais para o funcionamento do cérebro. Como já vimos anteriormente, certas áreas do cérebro respondem somente à música, artes visuais ou coordenação motora. Algumas pesquisas apontam que o teatro provoca redes especializadas que se concentram na linguagem falada e estimulam emoções, enquanto as artes visuais excitam o sistema de processamento visual interno para lembrar a realidade ou criar fantasia facilmente. Essas habilidades humanas cerebrais são o resultado de milhares anos de interação entre os seres humanos e seu meio ambiente, assim como a perpetuação contínua dessas habilidades deve indicar que elas contribuem de alguma forma para a nossa sobrevivência e bem-estar. Como foi apontado anteriormente, há hipóteses de que a arte foi um fator decisivo na evolução da nossa consciência.

Em culturas sem leitura e escrita, as artes são os meios pelo qual a história e os valores são transmitidos para futuras gerações, são também transmitidas informações básicas para a sobrevivência, ensinando de que forma e o que caçar. Já nas culturas modernas, as artes são raramente consideradas habilidades de sobrevivência, mas como produtos de luxo na sociedade. As pessoas às vezes pagam caro por ingressos de apresentações teatrais ou musicais, ou para entrar em museus. Porém, raramente as escolas públicas possuem uma grade escolar que insira ou valorize o ensino das artes, sejam elas artes visuais, música, teatro ou dança. Não é raro vermos professores de matemática ou português ministrando as aulas de artes em escolas públicas.

Atualmente a neurociência tem contribuído para a pesquisa em educação e ensino de artes especificamente; em contraste com o descaso do ensino de artes nas escolas, pesquisas têm demonstrado um impressionante impacto do ensino de artes no desenvolvimento cognitivo, social e emocional em crianças em idade escolar. A organização não governamental Dana Foundation é um exemplo de uma iniciativa de pesquisa na área de educação e cognição que tem gerado frutos interessantes para análise.

## AUMENTO DA COGNIÇÃO

Durante os primeiros anos de vida de uma criança as conexões neurais estão sendo feitas de uma forma muito rápida e a maioria das atividades que as crianças fazem brincando, como cantar, desenhar e dançar, são formas naturais de arte. Essas atividades envolvem todos os sentidos e conectam o cérebro para a aprendizagem bem-sucedida, então quando as crianças entram na escola essas atividades de arte precisa ser continuadas e melhoradas. A dança e os movimentos durante jogos desenvolvem capacidades motoras; desenhar, pintar e manusear massa de modelar também proporciona uma compreensão espacial, além de criar repertórios visuais e permitem a manipulação da realidade. Para crianças todas essas atividades aumentam o bem-estar emocional, as habilidades cognitivas relacionadas à motricidade, e compartilhar seus trabalhos de arte proporciona uma melhora nas relações sociais.

As artes não são apenas expressivas, são profundamente cognitivas, todas desenvolvem ferramentas de pensamento essenciais como reconhecimento e desenvolvimento de padrões, representações mentais do que é observado ou imaginado, representações simbólicas, alegóricas e metafóricas, observação detalhada do mundo e abstração da complexidade. As artes também contribuem para a educação das crianças, ajudando-as a perceber a amplitude da experiência humana, a ver as diferentes maneiras como os seres humanos expressam sentimentos e a transmitir significado, desenvolvendo formas sutis e complexas de pensamento. Embora as artes sejam muitas vezes consideradas áreas separadas de disciplinas como a química e a matemática, elas realmente são um conjunto de habilidades e processos de pensamento que transcendem todas as áreas de envolvimento humano.

Professores gastam muito tempo falando sobre o objetivo de aprendizagem, mas pouca atenção é dada à utilização de ajudas visuais. Esse processo chamado “imagery” é a visualização mental de objetos, eventos e matrizes relacionadas com a nova aprendizagem, e representa um importante método para o armazenamento de informações no cérebro. Essa visualização mental ocorre de duas formas: é a visualização de imagens no ‘olhar da mente’ de uma pessoa de alguma coisa que a pessoa tenha experienciado e as representações imaginárias de algo que a pessoa ainda não experienciou, e portanto, não tem limites. A evidência da pesquisa é de que as pessoas podem ser ensinadas a procurar em suas mentes imagens e pode ser guiadas através do processo de seleção de imagens que melhoram o aprendizado a aumentar sua retenção.

Pensando nos estudantes atuais, que se envolvem com mídias eletrônicas que produzem imagens externas, pode-se constatar que não estão sendo estimulados a uma prática adequada na geração de suas próprias imagens internas e imaginativas, habilidades que não só afetam a sobrevivência, mas também aumentam a retenção e através da criatividade melhorando a qualidade de vida. Esse método pode ser usado em muitas atividades de sala de aula incluindo anotações visualizáveis, grupos de aprendizagem

cooperativa e avaliações alternativas. Mapas mentais são um exemplo do uso de imagens que combinadas com a linguagem para mostrar as relações entre conceitos e demonstrar como eles se conectam a uma ideia-chave.

Treinadores já sabem há muito tempo que os atletas que usam imagens para ensaiar mentalmente o que eles pretendem fazer são mais bem-sucedidos em suas abordagens do que os que não usam imagens. Estudos revelam que quanto mais tempo e intensidade dedicados ao imaginário, melhor o desempenho atlético. Além de esportes, dados de nove estudos envolvendo cerca de 1.500 estudantes foram analisados e mostraram uma associação estatisticamente significativa entre imaginário e criatividade. Não é de se surpreender que os alunos que usaram mais imagens durante a aprendizagem tenham sido os mais criativos em suas discussões.



## ATIVIDADE FÍSICA

Outro fator que auxilia a aprendizagem é a atividade física. Exercício físico moderado melhora o desempenho do cérebro, estudos indicam que a atividade física regular aumenta o número de capilares no cérebro, facilitando assim o transporte de sangue. Aumenta também a quantidade de oxigênio no sangue, o que aumenta significativamente o desempenho cognitivo. Mesmo sabendo que a atividade física melhora a função cerebral e a aprendizagem, os alunos passam a maior parte do seu tempo em sala de aula, sentados. A importância do movimento não deve ser dada apenas nas aulas de educação física, mas em todas as disciplinas. Quanto mais atividades integradas o aluno desenvolve, mais conexões neuronais ele faz e mais repertórios visuais, conceituais e cognitivos serão estabelecidos durante as aulas.

Como professores, precisamos incentivar mais movimento em sala de aula em todos os níveis de escolaridade. Os movimentos aumentam as funções cognitivas e se usa um pouco de energia cinestésica para que os alunos possam se acalmar e se concentrar melhor depois. Exercício leve antes de um teste auxilia na concentração. Técnicas de dança ajudam os alunos a se tornarem mais conscientes de sua presença física, de relações espaciais, respiração, *timing* e ritmo em movimento. Atividades de movimento também são eficazes porque envolvem mais entradas sensoriais, prendem a atenção dos alunos por longos períodos de tempo, ajudam a fazer conexões entre novos e antigos aprendizados, e a melhorar a recuperação à longo prazo.

As artes desempenham um papel importante no desenvolvimento humano, aumentam o crescimento de vias cognitivas, emocionais e psicomotoras. As escolas têm a obrigação de expor as crianças às artes e de considerar as artes não como uma opção, mas como uma das áreas fundamentais do currículo. Finalmente, aprender as artes proporciona uma maior qualidade da experiência humana ao longo da vida de uma pessoa.

## ENSINO DA MÚSICA, MATEMÁTICA E LEITURA

Muitos pesquisadores acreditam que a capacidade de perceber e apreciar a música é uma característica humana inata e que esse aspecto biológico é suportado pela descoberta de que o cérebro tem se especializado em áreas que respondem somente à música e que essas áreas provocam respostas emocionais. Testes de varreduras das funções do cérebro mostram que as áreas neurais estimuladas dependem do tipo de música - músicas melódicas costumam estimular áreas que evocam sentimentos agradáveis enquanto sons dissonantes costumam ativar outras áreas que produzem emoções desagradáveis.

Os estudos mostram que as crianças antes de chegar ao primeiro ano são capazes de usar a música como um sinal de recuperação, diferenciar entre dois tons musicais adjacentes, reconhecer uma melodia quando ela é jogada em uma chave diferente e categorizar padrões rítmicos e melódicos com base em ritmo subjacente. Outros estudos têm mostrado que ouvir determinada música estimula as partes do cérebro responsáveis pela recuperação da memória e imaginação visual. Alguns pesquisadores também descobriram que ouvir música de fundo aumenta a eficiência das pessoas que trabalham com as mãos. Isso explica por que a música de fundo na sala de aula ajuda muitos estudantes a manter o foco ao completar tarefas específicas de aprendizagem. No entanto, música excessivamente estimulante serve mais como uma distração e interfere com o desempenho cognitivo.

Embora a escuta passiva de música proporcione benefícios educacionais de curto prazo, a criação de música instrumental oferece muito mais vantagens cerebrais. Aprender a tocar um instrumento musical desafia o cérebro de novas maneiras. Além de ser capaz de discernir diferentes padrões de tom e agrupamentos, novas habilidades motoras devem ser aprendidas e coordenadas, a fim de tocar o instrumento corretamente. Estes novos aprendizados causar mudanças profundas e aparentemente permanentes no cérebro, e certas estruturas cerebrais são maiores em músicos do que em não-músicos. Isso levanta uma questão intrigante: são os cérebros de músicos diferentes por causa de sua formação em música, ou existiam essas diferenças antes de aprenderem música? A resposta veio quando os pesquisadores treinaram não-músicos para ouvir pequenas mudanças no campo e componentes musicais semelhantes. Em apenas três semanas seus cérebros mostraram uma maior ativação nas regiões de processamento auditivo. Isso sugere que as diferenças cerebrais em músicos altamente qualificados são mais provavelmente o resultado de treinamento e não hereditárias. Sem dúvida, algumas características genéticas podem melhorar a aprendizagem de música, mas parece que a maioria dos músicos são moldados pela prática e não nascem com esse “dom” pronto.

Os efeitos benéficos de aprender a tocar um instrumento começam em tenra idade. Um grande estudo envolveu 78 crianças de três escolas de educação infantil da Califórnia, incluindo uma escola que recebe alunos de baixa renda, oriundos de famílias do centro da cidade. As crianças foram divididas em quatro grupos. Um grupo recebeu aulas

individuais de piano de 15 minutos, duas vezes por semana. Outro grupo teve aulas de canto de 30 minutos, cinco dias por semana, e um terceiro grupo foi treinado em computadores. O quarto grupo serviu como controle e não recebeu qualquer instrução especial. Todos os alunos fizeram testes antes de as lições começaram a medir diferentes tipos de habilidades espaço- raciocínio. Após seis meses, o grupo de crianças que recebeu treinamento em piano melhorou sua pontuação em 34 por cento nos testes que medem o raciocínio espaço-temporal. Em outras tarefas, não houve diferença na pontuação. Os outros três grupos, em comparação, obtiveram apenas ligeira melhora em todas as tarefas. Estudos posteriores continuam a mostrar uma forte relação entre a criação de música com teclados e o reforço de raciocínio espacial em crianças pequenas.

Música e matemática também estão relacionadas através de sequências chamadas intervalos: um intervalo de matemática é a diferença entre dois números e um intervalo musical é a razão entre suas frequências. E progressões aritméticas em música correspondem a progressões geométricas em matemática. Vários estudos de imagem mostraram que o treinamento musical ativou as mesmas áreas do cérebro que também foram ativadas durante o processamento matemático. Parece que a formação musical começa cedo a construir as mesmas redes neurais que mais tarde serão utilizados para concluir tarefas numéricas e matemáticas.

Vários estudos confirmam uma forte associação entre o ensino de música e testes padronizados de habilidade de leitura. Estudos realizados com crianças entre 4 e 5 anos de idade, revelaram que quanto mais habilidades musicais tinham, maior era o grau de consciência fonológica e desenvolvimento da leitura. Aparentemente, a percepção musical melhora áreas auditivas que estão relacionadas com a leitura. Embora não se possa dizer que ter instrução em música faça com que haja melhora na capacidade de leitura, estas descobertas contribuem para a crença de que existe uma relação forte entre ambos. Pesquisadores sugerem que os resultados estão relacionados, porque a música e a linguagem escrita envolvem processos de decodificação e compreensão semelhantes, e exigem uma sensibilidade para fonológica e distinções tonais.

Na área das artes visuais, o cérebro humano tem a incrível capacidade de formar imagens e representações do mundo real ou pura fantasia. Resolver o mistério da estrutura do DNA, por exemplo, exigiu de James Watson e Francis Crick, no início da década de 1950, que imaginassem inúmeros modelos tridimensionais, até atingir a única imagem que explica o comportamento peculiar da molécula, a hélice em espiral. Este foi um casamento incrível entre artes visuais e a biologia que mudou o mundo científico para sempre.

Exatamente de que forma o cérebro desempenha as funções de imaginação e meditação pode ser algo incerto, mas não há dúvidas da importância dessas habilidades valiosas que permitiram desenvolver nossa consciência, tecnologias e cultura.

## ENSINO DAS ARTES, MOTIVAÇÃO E ATENÇÃO

Estudos realizados pela Dana Foundation têm encontrado relações entre o ensino das artes e outros processos cognitivos. Testes que investigam se a motivação sustenta a atenção demonstraram que os níveis elevados de motivação levaram a grandes melhorias em tarefa de desempenho, particularmente quando a motivação foi mantida durante longos períodos de tempo. Os resultados apoiam a ideia de que o interesse pelas artes permite a sustentação da atenção, proporcionando uma maior oportunidade para a formação ser eficaz. Alguns testes foram aplicados para descobrir se envolver a crianças em tarefas de resolução de conflitos melhora cognição. As crianças foram distribuídas aleatoriamente em um grupo de controle e em um grupo em que havia intervenção. A intervenção consistia em cinco dias de treinamento computadorizado em exercícios de resolução de conflitos sob condições altamente motivadoras. As crianças que receberam treinamento em resolução de conflitos em condições motivadoras, comparadas ao grupo controle, mostraram significativa melhora nos resultados dos testes de inteligência. Testes usando EEG (eletroencefalograma, que registra a atividade elétrica do cérebro) também mostraram que, durante as tarefas executivas de atenção, as crianças treinadas tiveram padrões de atividade semelhante aos encontrados em adultos, enquanto as crianças não treinadas, do grupo controle, não os manifestaram.

Essa pesquisa com duração de três anos tem levado a um quadro geral de que o treinamento de artes altera a cognição. Salientando que existem diferenças individuais no interesse e motivação para as artes. Por fim, a pesquisa desenvolveu uma teoria que sugere que o treinamento de artes funciona através da formação de atenção, melhorando a cognição em crianças com interesses e habilidades nas artes.

## CONCLUSÃO

Chegando ao fim percebo que escrever esse trabalho me permitiu entrar em contato com tantas outras áreas além dos discursos que convivemos durante o curso em Artes Visuais. Através de minhas escolhas decidi optar por um caminho que intercalasse meus interesses para compor um ponto de vista que considero mais amplo sobre a arte e o ensino de arte. Pra mim é óbvio que a biologia, a psicologia da percepção, a filosofia, as neurociências e as novas abordagens em educação têm algo a oferecer para uma maior compreensão do fenômeno da arte. Claro que isso dentro de seus limites como disciplinas específicas; em nenhum momento procurei resolver os problemas da área das artes com essas disciplinas, muito menos sobrepô-las, apenas agregar hipóteses através de discursos em outras disciplinas, como no caso da neuroestética.

É óbvio para muitos de nós que o ensino de arte desenvolve outras habilidades que não as únicas utilizadas no treinamento técnico ou discursivo. Embora isso seja inquestionável sob muitos aspectos, a impressão que tenho é de que essa questão da arte e cognição tem sido deixada de lado em detrimento a outros discursos. O que é, a meu ver, um equívoco, porque cognição está presente em todos os momentos da nossa vida, como educadores temos a obrigação de estar por dentro de novas descobertas de como o aprendizado funciona a fim de melhorar nossas performances docentes e encorajar nossos alunos a buscar seus limites e saber como lidar com isso.

Não quero que esse trabalho seja interpretado com uma tentativa de usar neurociência ou psicologia para interpretar a arte e a história da arte, mas como um convite a pensarmos o que essas disciplinas podem e devem agregar aos nossos conhecimentos atuais.

Nunca soubemos tanto sobre o funcionamento do cérebro e isso só tem aumentado, a neurociência está em um momento de efervescência, cada dia, mais e mais, as novas tecnologias de imagem nos proporcionam uma vista de nossas funções vitais em tempo real. As mudanças estão acontecendo aqui e agora e não podemos ignorar isso, agarrarmo-nos a paradigmas do passado é ignorar todo trabalho empenhado nessas pesquisas. Uma descoberta arqueológica pode mudar toda a história da arte e o que pensávamos sobre a evolução do ser humano e consciência.

A arte é uma das formas de conhecimento mais antigas, então, como podemos permitir que seja tão subestimada como produto de culturas e sociedades ricas, com tempo de sobra? Arte-educação deveria ser uma das disciplinas mais importantes do currículo, tendo em vista que nunca vivemos tão expostos a imagens na história da humanidade. Saber manipular, ler e construir novas imagens nos dá poder sobre essas imagens. Nossa consciência evoluiu também através da arte, pois é na experiência da arte que encontramos diferentes formas de estar no mundo, expressar sentimentos e ideias, funciona como atividades ritualistas e sociais (podemos estender essa expressão desde uma escultura de pedra do paleolítico até o hábito de ir ao teatro ou ao museu).

Sendo assim, a relação arte, cérebro e mente sempre existiu de forma indissociável, porém agora podemos observar e discutir essas interações, pensando em novas formas de trabalhar esses conhecimentos para construirmos uma educação básica de qualidade e posteriormente uma sociedade com qualidade de vida para as pessoas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNHEIM, Rudolf. *Arte e percepção visual: uma psicologia da visão criadora*. Thomson Pioneira, 1998.
- BARBOSA, Ana Mae. *Arte/Educação contemporânea: consonâncias internacionais*. Editora Cortez, 2006
- BELL, Julian. *Uma nova história da arte*. São Paulo: Martins Fontes, 2008.
- BOURRIAUD, Nicolas. *Estética Relacional*. São Paulo: Martins Fontes, 2011.
- CAMNITZER, Luis; PEREZ-BARREIRO, Gabriel (org.). *Educação para a arte, Arte para a educação*. Porto Alegre: Editora Fundação Bienal do Mercosul, 2011.
- CAUQUELIN, Anne. *Arte Contemporânea*. São Paulo: Martins Fontes, 2005.
- DAMÁSIO, António R. *O erro de Descartes: Emoção, razão e o cérebro humano*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- DAMÁSIO, António. *Em busca de Espinosa: prazer e dor na ciência dos sentimentos*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.
- DARWIN, Charles. *A expressão das emoções no homem e nos animais*. São Paulo Companhia das Letras, 2000.
- DERDYK, Edith. *Formas de pensar o desenho*. Porto Alegre: Editora Zouk, 2010.
- DEWEY, John. *Experiência e Educação*. Petrópolis: Vozes, 2010.
- DUTTON, Denis. *The art instinct: beauty, pleasure, & human evolution*. Oxford University Press, 2009.
- ECO, Umberto. *A história da beleza*. São Paulo: Record, 2010.
- ECO, Umberto. *A história da feiura*. São Paulo: Record, 2007.
- FREDBERG, David. Empatia, movimento ed emozione. In: *Sistemi Emotivi - artisti contemporanei tra emozione e ragione*. Silvana Editoriale: 2008, p.39-61.
- GARDNER, Howard. *Inteligências Múltiplas: a teoria na prática*. Porto Alegre: Artmed, 1995.
- GARDNER, Howard. *Estruturas da Mente: a teoria das inteligências múltiplas*. Porto Alegre: Artmed, 1994.
- GOMBRICH, Ernst. *O sentido de ordem: a psicologia da arte decorativa*. Porto Alegre: Bookman, 2012.



- HEAD, Herbert. *Educação pela arte*. São Paulo: Martins Fontes, 2001
- HOLM, Anne Marie. *Baby-art: os primeiros passos com a arte*. Museu de Arte Moderna de São Paulo, 2007.
- JOHN HOPKING'S RESERCHS. *Neuroeducation: Learning, arts and the brain*. Dana Press, 2009.
- KANDEL, Eric. *The Age of Insight: The Quest to Understand the Unconscious in Art, Mind, and Brain, from Vienna 1900 to the Present*, 2012.
- KANDEL, Eric. *Princípios da neurociência e comportamento*. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 1997
- SACKS, Oliver. *O olhar da mente*. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.
- ONIAN, John. *Neuroarthistory. From Aristotle and Pily to Baxandall and Zeki*. 2007.
- SACKS, Oliver. *Um antropólogo em Marte*. São Paulo, Companhia das Letras, 2006.
- SACKS, Oliver. *O Olhar da Mente*. São Paulo, Companhia das Letras, 2010.
- SEMELER, Alberto. *Objetos Tecnopoéticos: transmutações de imagens do repulsivo*. 2011.
- SKOW, Martin; VARTANIAN, Oshin. *Neuroaesthetics*. New York: Baywood Publishing Inc., 2009.
- ZEKI, Semir. *Inner Vision: An exploration of Art and the Brain*. Oxford University Press, 1999.

## ARTIGOS

- CHATTERJEE, Anjan. Neuroaesthetics: A Coming of Age Story. *Journal of cognitive neuroscience*, 2010, 23:1, p.53-62.
- CONWAY, Bevil R. Neuroaesthetics and the Trouble with Beauty. *PLOS Biology*, 2013.
- DI DIO, Cinzia; GALLESE, Vittorio. Neuroaesthetics: a review. *Current Opinion in Neurobiology*, 2009, 19:682–687.
- GILMORE, Jonathan. *Brain Trust, on art and the new biology of mind*, 2006.
- HUBEL D. H. & T. N. WISEL, Receptive Fields Of Single Neurones In The Cat's Striate Cortex, *Journal of Physiology*, 1959.
- KAWABATA, Hideaki; ZEKI, Semir. *Neural Correlates of Beauty*. Department of Imaging Neuroscience, University College, London WC1E 6BT, United Kingdom, 2003.

LEDER, Helmut. Next Steps in Neuroaesthetics: Which Processes and Processing Stages to Study? *Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts*, 2013, Vol. 7, No. 1, p. 27–37.

SOLSO, Robert. *The Psychology of Art and the Evolution of the Conscious Brain*, 1996.

SOUZA, David A. *How arts develop the young brain*, 2006.

VESSEL, Edward A.; STARR, G.Gabrielle; RUBIN, Nava. The brain on art: intense aesthetic experience activates the default mode network. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2012, V. 6, Article 66.

ZEKI, Semir. Art and the Brain. *Daedalus* 127, 1998, No.2 p.71-103.

ZEKI, Semir. Splendors and miseries of the brain. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 1999, 354, p.2053-2065.

WILSON. E.O. *On the origins of the Arts*. Harvard Magazine, 2012.

## OUTRAS MÍDIAS

DUTTON, Denis. *Darwinian theory of beauty*. TED-ideas worth spreading, 2010.

FISHER, Hellen. *The Braind in love*. TED-ideas worth spreading, 2009.

HERCULANO, Suzana Houzel. Entrevista Roda Vida, 2013.  
(<http://www.youtube.com/watch?v=pu8Ew0mtWvE>)

HERZOG, Werner. *The cave of forgotten dreams*, 2010.

KANDEL, Eric. *Em busca da memória*. Mente & Cérebro, 2009.

LEDER, Hemit. *What is beautiful?* GuggenheimLAB, 2012.

LIVINGSTONE, Margareth. (<http://livingstone.med.harvard.edu/index.html>);  
(<http://neuro.med.harvard.edu/people/faculty/margaret-livingstone>).

SACKS, Oliver. *O que as alucinações revelam sobre nossas mentes*. TED-ideas worth spreading, 2009.

The Art & Neuroscience Project at the Italian Academy  
(<http://www.italianacademy.columbia.edu>)

## IMAGENS

Imagem de capa: Chaotic Connectome, Greg Dunn, 2013. 20cm x 24cm, ouro 22k micro esculpido em aço.

Figura 1. (<http://pt.wahooart.com/a55a04/w.nsf/Opra/BRUE-6WHLWT>)

Figura 2. (<http://archaeology.about.com/od/hterms/g/handaxe.htm>)

Figura 3. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Tomb\\_of\\_Hafez](http://en.wikipedia.org/wiki/Tomb_of_Hafez))

Figura 4. LEDER, Helmut. Next Steps in Neuroaesthetics: Which Processes and Processing Stages to Study? *Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts*, 2013, Vol. 7, No. 1, p. 27–37

Figura 5. KANDEL, Eric. *The Age of Insight: The Quest to Understand the Unconscious in Art, Mind, and Brain, from Vienna 1900 to the Present*, 2012, p. 226.

Figura 6. KANDEL, Eric. *The Age of Insight: The Quest to Understand the Unconscious in Art, Mind, and Brain, from Vienna 1900 to the Present*, 2012, p. 228.

Figura 7. KANDEL, Eric. *The Age of Insight: The Quest to Understand the Unconscious in Art, Mind, and Brain, from Vienna 1900 to the Present*, 2012, p. 219.

Figura 8. KANDEL, Eric. *The Age of Insight: The Quest to Understand the Unconscious in Art, Mind, and Brain, from Vienna 1900 to the Present*, 2012, p. 261.

Figura 9. KANDEL, Eric. *The Age of Insight: The Quest to Understand the Unconscious in Art, Mind, and Brain, from Vienna 1900 to the Present*, 2012, p. 242.

Figura 10. (<http://www.calder.org>)

Figura 11. (<http://www.henri-matisse.net/index.html>)