



ORIGINAL
ORIGINAL

Editor

Jonathas Magalhães e Renata Baesso

Conflito de interesse

Não há conflito de interesses

Recebido

7 ago. 2021

Versão Final

21 set. 2023

Aprovado

25 set. 2023

A neuroarquitetura e a investigação do caráter terapêutico do espaço

The neuroarchitecture and the research of the therapeutic character of space

Lucas Silva Alves¹ , Carolina Menzl Celaschi² 

¹ Universitat Politècnica de Catalunya, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, Máster Universitario en Estudios Avanzados en Arquitectura. Barcelona, Espanha. Correspondência para/Correspondence to: L. S. Alves. E-mail: lucassilvadf7@gmail.com.

² Centro Universitário de Brasília, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Curso de Arquitetura e Urbanismo. Brasília, DF, Brasil.

Como citar este artigo/How to cite this article: Alves, L. S.; Celaschi, C. M. A neuroarquitetura e a investigação do caráter terapêutico do espaço. *Oculum Ensaios*, v. 21, e245412, 2023. <https://doi.org/10.24220/2318-0919v21e2024a5412>

Resumo

A forma como o espaço interfere na percepção é complexa, já que se associa ao indivíduo. Mas se a experiência é múltipla, o sistema que estrutura essa subjetividade na mente humana, contrariamente, tem delimitações mais bem definidas. O estudo busca explorar a interação entre a arquitetura e o funcionamento cerebral através da aplicação da neurociência às edificações – denominada neuroarquitetura –; investigando como o ambiente construído influencia a percepção e o comportamento humano, e como o potencial terapêutico do espaço atua na promoção do bem-estar físico e mental. Para tanto, utiliza-se uma abordagem teórico-exploratória, combinando elementos de pesquisa teórica e exploratória para aprimorar a compreensão do tema. A análise crítica e a síntese das informações existentes na literatura científica disponível foram expostas em duas seções principais: arquitetura e mente, abordando como as emoções, o movimento e a luz interferem na percepção do lugar; e o potencial terapêutico do espaço, tratando como os atributos arquitetônicos afetam a saúde e qualidade de vida humana. Análises conclusivas apontam para formalização da neuroarquitetura como ferramenta eficaz na investigação da relação espaço-mente, possibilitada pelo avanço tecnológico no mapeamento cerebral; e para o reconhecimento do poder terapêutico do espaço, muito além da minimização dos efeitos negativos sobre o indivíduo, também em comprovados benefícios restaurativos da saúde.

Palavras-chave: Bem-estar. *Design*. Neurociência. Percepção ambiental. Saúde.

Abstract

The way space interferes with perception is complex, since its association to the individual. But if the experience is multiple, the system that structures this subjectivity in the human mind, on the opposite, has better defined boundaries. The study aims to explore the interaction between architecture and brain functioning through the application of neuroscience to buildings, known as neuroarchitecture. It investigates how the built environment influences human perception and behavior, as well as the potential therapeutic aspects of space in promoting physical and mental well-being. To achieve this, it employs a theoretical-exploratory approach, combining elements of theoretical and exploratory research to enhance the understanding of the subject. The critical analysis and synthesis of existing information in the available scientific literature are presented in two main sections: architecture and mind, addressing how emotions, movement and light interfere

with the perception of places; and the therapeutic potential of space, dealing with how architectural attributes affect human health and quality of life. Conclusive analyzes point to the formalization of neuroarchitecture as an effective tool in the investigation of the environment-mind relationship, made possible by technological advances in brain mapping; and for the recognition of healing environments, far beyond just minimizing the negative effects on the individual, but also in proven restorative health benefits.

Keywords: Well-being. Design. Neuroscience. Environmental perception. Health.

Introdução

Tratar sobre a percepção do espaço é assumir que a arquitetura nem sempre possuirá um caráter significativo homogêneo e previsível. Muitos dos critérios que relacionam o indivíduo ao lugar, sendo analisados sob uma perspectiva psicológica, partilham da subjetividade como princípio orientador (Souza, 2017); conduzindo a interpretação do lugar de maneira única, afetiva e individualizada. Em uma relação interdependente, os significados de “espaço” e “lugar” usualmente se fundem; mas, o “espaço”, como antecessor, é indiferente e transforma-se em “lugar” à medida em que passa a ser compreendido e dotado de valor (Tuan, 1983); e a arquitetura é a responsável por essa transformação (Norberg-Schulz, 2006). O espaço armazena dados e oferece estímulos que são captados pelo corpo; a mente, que acomoda os componentes dessa subjetividade, atua como filtro que controla as respostas humanas em um determinado ambiente; e o resultado dessa associação é a experiência.

Contudo, se por um lado a percepção é individual e sua análise pode ser múltipla, por outro, as estruturas anatômicas e os processos fisiológicos cerebrais, hoje, já são mais esclarecidos pela ciência neurológica. Assim, a compreensão da mente humana pode ser o objeto capaz de expor os processos implícitos às respostas que são oferecidas ao meio (Sternberg; Wilson, 2006). E a arquitetura, voltando-se a isso, torna-se capaz de usufruir de novos recursos dessa interação; pois, ainda que as respostas sejam sempre específicas e individuais, o sistema por trás delas pode não ser – compreender o cérebro para interpretar o espaço. Sob essa ótica, surgiu a neuroarquitetura. Como um objeto de estudo da neurociência, o comportamento humano pode estar equitativamente associado ao espaço e, portanto, pode ser analisado através dos estímulos que o meio produz. Nesse ponto, a junção entre a ciência neurológica e a arquitetura é promissora em apresentar como o cérebro é afetado pelo espaço (Paiva, 2018).

Inicialmente, devido às limitações científicas, muitas das deduções sobre a interação do sujeito com o ambiente baseavam-se em parâmetros exclusivamente comportamentais que, todavia, não eram capazes de apontar quais atributos desse espaço estariam afetando positiva ou negativamente o usuário (Samaržija, 2018). Hoje, seja através da experimentação de ambientes fisicamente construídos ou digitalmente projetados, novos recursos como as tecnologias de neuroimagem – Ressonância Magnética Funcional (fMRI), Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET), Magnetoencefalografia (MEG), entre outras – já permitem o cruzamento de informações entre o acionamento das zonas cerebrais e suas respectivas associações fisiológicas que impactam no comportamento; auxiliando no reconhecimento dos possíveis estímulos responsáveis por essas respostas (Karakas; Yildiz, 2020).

Explorando as implicações da neurociência na arquitetura, diversos são os componentes passíveis de serem analisados como inferentes na percepção. A forma como cada um desses tópicos atua sobre o indivíduo dá-se por sistemas complexos que, entretanto, veem-se todos interconectados por um conjunto mais amplo: o corpo humano. Todavia, três elementos destacam-se na bibliografia atual e serão alvos de investigação mais profunda neste artigo, a saber:

as “emoções” (Barrett; Bar, 2009; Cannon, 1915; Feldman, 2018; James, 1890; Kiernan; Rajakumar; Barr, 2013; Ledoux, 2015; Solovyova, 2008), o “movimento” (Jelić, 2015; Jelić *et al.*, 2016; Kiernan, Rajakumar; Barr, 2013; Sternberg; Wilson, 2006) e a “luz” (Hidayetoglu; Yildirim; Akalin, 2012; Merabet *et al.*, 2005; Milosavljevic, 2019; Tomassoni; Galetta; Trégli, 2015).

E se a experiência e a conduta humana estão condicionadas aos estímulos presentes em um ambiente, a saúde, como indicativo do estado mental e físico do indivíduo, pode ser considerada também um aspecto relacionado aos atributos do lugar. Dessa associação emerge o entendimento do potencial terapêutico do espaço. Recentes estudos se propuseram a identificar, através da neuroarquitetura, como minimizar os possíveis efeitos negativos do meio sobre o usuário (Guelli; Zucchi, 2005; Huisman *et al.*, 2012; Paiva, 2018); e, excedendo esse caráter preventivo, novas investigações já conseguiram reconhecer igualmente a capacidade que o espaço tem de produzir um fenômeno inverso de potencialização da performance e bem-estar dos usuários (Mahmoud, 2017; Kuhnen *et al.*, 2010; Vijayan; Embi, 2019), e o de restauração da saúde através da redução do estresse (Martínez-Soto *et al.*, 2013; Ulrich *et al.*, 1991).

Utilizando-se dos complexos sistemas cerebrais mapeados pela neurociência e sua aplicação direta na arquitetura, o presente estudo objetiva aprofundar as discussões sobre a relação espaço-mente, compreendendo como o ambiente construído impacta na percepção e no comportamento humano; bem como através do reconhecimento de como os componentes presentes no espaço são recebidos pelo corpo e interpretados pelo cérebro, investigar o caráter terapêutico inerente ao lugar e sua estruturação como potencial catalisador da experiência com efeitos sobre o bem-estar mental e físico humano. As análises são de caráter teórico-exploratório, combinando elementos da pesquisa teórica e da pesquisa exploratória para o aprimoramento do instrumento de medição do tema e a contextualização do problema por meio da revisão aprofundada da literatura acadêmica disponível nas áreas de arquitetura, neurociência e psicologia, e a análise de teorias e modelos para fornecimento de uma base sólida para subseqüentes pesquisas. Os dados e as formulações coletados sobre o objeto nessas diferentes áreas do conhecimento foram descritos sob um exame minucioso dos seus fenômenos que, então, foram interseccionados e tiveram seus efeitos expostos em um panorama qualitativo concentrado na análise crítica e na síntese das informações já existentes.

Arquitetura e mente

A mente é uma emergência complexa oriunda da atividade cerebral, sendo considerada um constructo multifacetado que engloba os processos cognitivos, emocionais, perceptivos e conscientes de um indivíduo. Para Kandel *et al.* (2014), a mente é um fenômeno intrinsecamente ligado ao funcionamento do cérebro, moldado pela plasticidade neural e pela interconexão de áreas cerebrais especializadas, e desempenha um papel fundamental na interpretação e resposta aos estímulos do espaço. Essa definição reflete a visão contemporânea de que a mente não é separada do cérebro, mas é uma manifestação intrincada das funções cerebrais com a capacidade de processar informações, adaptar-se ao ambiente e permitir a percepção, o pensamento, a emoção e a consciência.

Marjouei *et al.* (2018) apontam que o aprendizado humano dá-se pela assimilação cotidiana e inconsciente de metáforas; e que a arquitetura, como manifestação assentada em símbolos, também se expressa por meio de figurações. Se tudo o que assume forma fora da mente é capaz de operar como fonte de informação, o espaço, portanto, oferece constantes sinais cognitivos. Através de elementos do ambiente (como forma, luz, cores, textura *etc.*), o lugar é capaz de enviar esses

sinais à mente por meio de uma complexa interação entre estímulos sensoriais e processamento neural. As respostas, por sua vez, podem variar de acordo com a experiência individual e influenciar o humor, o nível de estresse, a concentração e a apreensão do espaço.

Na mente humana, após a captação de um estímulo, a diferença entre as respostas conscientes e inconscientes baseia-se no acionamento das distintas zonas cerebrais. Anatomicamente, o córtex pré-frontal, região de onde derivam as ações orientadas por reflexão (Kiernan; Rajakumar; Barr, 2014), representa somente entre 4% e 5% do volume total do cérebro (Rock, 2010); demonstrando que, apesar da influência das respostas cognitivas nas interações do indivíduo com o meio, biologicamente, há uma prevalência das respostas pré-cognitivas³, ou inconscientes. A fisiologia neurológica humana atesta essa constatação ao apontar que os processos associados ao pensamento rápido, automático e intuitivo, se comparados aos que orientam o pensamento consciente e analítico, são energeticamente menos dispendiosos; e o cérebro, portanto, opta pelo sistema mais rápido na tentativa de poupar energia (Paiva, 2018). A neuroarquitetura, buscando embasamento no exame da atividade neural em função da interação do cérebro com o edifício (Karakas; Yildiz, 2020), orienta-se pelo entendimento que emerge dessa associação entre duas alternativas de reação.

Assim, se um ambiente é capaz de interferir no estado do indivíduo, para o exame dessa defluência, em especial na esfera inconsciente dominante, portanto faz-se necessário investigar não apenas os sinais recebidos, mas também as fontes de emissão que estruturam o espaço através da arquitetura, como eles são fisiologicamente processados no cérebro e, igualmente, os fatores individuais que compõem os sistemas particulares dessa interação na mente.

As emoções na percepção espacial

A compreensão do que são as emoções é objeto importante na investigação dos impactos do espaço sobre o indivíduo; sendo um conceito em constante evolução à medida que avança a neurociência e a psicologia. Lisa Feldman (2018) indica que as emoções são construções complexas e não inatas do cérebro, formadas através da interpretação e da categorização das experiências sensoriais e fisiológicas, representando estados não-fixos e não-universais.

Se cada indivíduo interage com o meio de uma maneira única e a arquitetura pode transmitir estímulos diferentes para cada um, sejam eles agradáveis ou não, as reações a esses estímulos, por sua vez, podem ser caracterizadas também como respostas emocionais. Solovyova (2008) argumenta que as emoções indicam o significado das experiências e são elementos capazes de definir os sujeitos, por isso, devem ser consideradas importantes na validação da percepção. Produzidas no contato com o espaço, por vezes, antecedem a própria inteligência do local – sentir primeiro e compreender depois.

Uma das propostas iniciais para a relação entre a fisiologia cerebral e as reações emocionais, dada por James (1890), estabeleceu que as emoções eram uma resposta direta a estímulos fisiológicos, sugerindo que a percepção das mudanças corporais desencadearia a experiência emocional – por exemplo: você sente medo, porque seu corpo está respondendo fisiologicamente a uma situação de perigo. Walter Cannon (1915) desenvolveu uma teoria que contestava essa ideia, argumentando que as emoções e as respostas fisiológicas ocorriam simultânea e independentemente uma da outra. Pesquisas mais recentes na neurociência cognitiva e afetiva

³ As respostas pré-cognitivas são fundamentalmente anteriores à inteligência; ou seja, não resultam de um processo reflexivo, diferentemente das cognitivas.

mostram que as emoções são mais complexas e envolvem uma rede de regiões cerebrais, incluindo o córtex pré-frontal, o sistema límbico e o hipotálamo, e as respostas emocionais estão ligadas à atividade de neurônios e à liberação de neurotransmissores, como a serotonina e a dopamina (Ledoux, 2015).

Barrett e Bar (2009) inferem que, ao receber um estímulo visual, o cérebro tenta interpretá-lo criando uma imagem que combina não apenas as referências sensitivas que integram o repertório experimental do usuário, mas também as referências emocionais que foram criadas através de experiências prévias, com a internalização das sensações e de como elas influenciaram afetivamente o interlocutor. Com essa interação, o cérebro coleta as informações fornecidas por uma importante parte do lobo frontal cerebral, o córtex orbitofrontal (COF), para, em seguida, gerar um prognóstico do objeto. Demonstrando, assim, que as emoções podem funcionar como um filtro para a percepção de um local.

O COF é uma região do cérebro que concentra dados recebidos de todos os campos sensoriais e que também se associa ao comportamento do indivíduo e ao seu juízo de valor sobre os fenômenos (Martin, 2012). Por meio da conexão fisiológica entre a zona orbitofrontal e as áreas sensoriais do cérebro se formalizam as operações afetivas como indutoras da noção de lugar. Outro elemento crucial no complexo emocional da percepção é o sistema límbico, formado por um conjunto de componentes cerebrais interconectados. Relacionado à memória e às respostas viscerais e motoras, as regulações emocionais nesse sistema são guiadas majoritariamente pela amígdala cerebelosa – uma estrutura subcortical de extrema importância que também se conecta, por exemplo, aos sentimentos de medo e ao estado de irritabilidade (Kiernan; Rajakumar; Barr, 2013) (Figura 1).

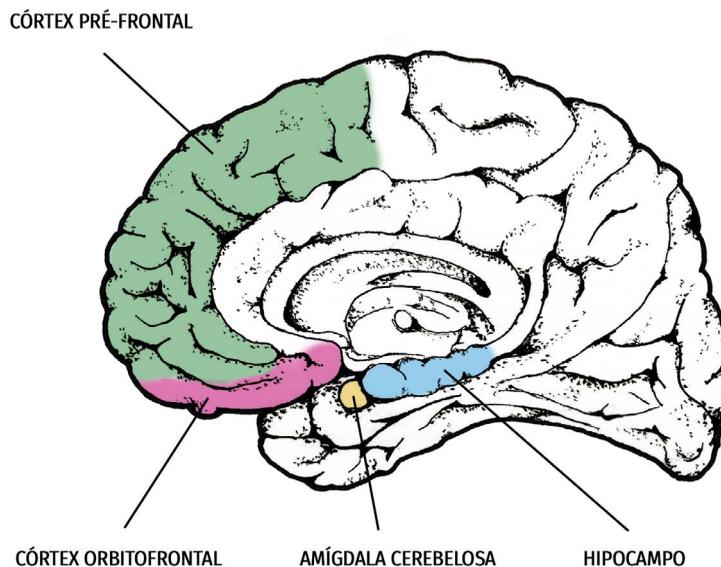


Figura 1 – Zonas cerebrais que afetam a percepção.

Fonte: adaptada de Kiernan, Rajakumar e Barr (2013).

Através do recorte neurológico, é perceptível que, assim como os sentidos, as emoções desempenham um papel fundamental na manifestação da relação espaço-homem, ao serem igualmente um mecanismo que informa a mente sobre o estado do corpo e do ambiente, contribuindo, assim, para a tomada de decisão e a consciência. A mente e as emoções estão intimamente entrelaçadas, e a integração das informações emocionais com os processos cognitivos é essencial para a adaptação eficaz ao ambiente.

O corpo e o movimento na experiência do espaço

A conceituação do corpo como elemento que media a interação da mente com o espaço é a base para a efetividade de qualquer teoria que busque atribuir à arquitetura um caráter indutivo sobre a performance do indivíduo. Apenas através dele, os dados armazenados em um ambiente podem ser recebidos como estímulos e, então, processados. As dimensões que envolvem a presença do corpo no lugar e as reações que são desencadeadas por esse fenômeno, todavia, excedem à sensorialidade e abarcam um conjunto tão complexo quanto a própria anatomia humana; uma interconexão de sentidos, de movimento, de respostas biológicas e de possibilidades de ação.

Body Schema e sistema sensorio-motor

Jelić (2015) e Jelić *et al.* (2016) indicam que na experiência corpórea há um importante elemento que, além de regular a postura e o movimento, é capaz de assimilar o contexto espacial e temporal do indivíduo, denominado *body schema*⁴. O termo indicado pelo autor, simplificado, alude ao sistema sensorio-motor; uma representação neural da disposição corpórea do sujeito em constante atualização. O sistema sensorio-motor, no cérebro, está primariamente associado ao cerebelo (Kiernan; Rajakumar; Barr, 2013), e é o responsável pela cinestesia – o sentido atribuído da percepção do movimento e do posicionamento do corpo. A validação desse sistema corpóreo como uma das seções que conduzem a percepção leva à inferência que, portanto, o espaço é capaz de impactar também através das suas possibilidades de interação (Jelić *et al.*, 2016). Como mais um dos dados armazenados no meio, o lugar expressa o que pode ser feito; logo, o usuário atua demarcando o espaço por meio das suas capacidades perceptivas traduzidas em ações, gerando significação e reafirmando a relação de mútua influência com o meio.

Movimento e memória

O movimento é um dos mais recorrentes modos de interação. Conforme Sternberg e Wilson (2006), a noção de lugar é associada à forma como o indivíduo se desloca pelo espaço, sendo definida também em função do caminho que conecta os locais, e não apenas pela sua própria configuração. Assim, para uma melhor percepção, a arquitetura deve unir elementos topográficos (como a forma) com elementos topológicos (como o movimento).

Se a memória e o senso de lugar estão associados ao trajeto, a organização e a interpretação do espaço significativamente carecem do movimento. Um exemplo pode ser dado na presença de espelhos em ambientes (Figura 2). Visualmente, o espelho atua como uma ferramenta de prolongamento do ambiente que, todavia, não viabiliza o deslocamento – não se pode atravessá-lo. O usuário que experimenta um lugar com espelho, não enxergando seu próprio reflexo, inconscientemente identifica a imagem refletida como parte do mesmo lugar, já que, para o seu cérebro, o movimento ainda é possível. Entretanto, ao visualizar sua própria figura no espelho, o cérebro do indivíduo o localiza no espaço refletido, reconhecendo que se trata apenas de um fenômeno óptico e que o deslocamento é impossível. Assim, toda a construção perceptiva feita até o momento passa a ser contestada mentalmente e uma nova percepção é dada em função das possibilidades de interação ainda passíveis de acontecer.

⁴ Em tradução livre do inglês, “esquema corpóreo”.

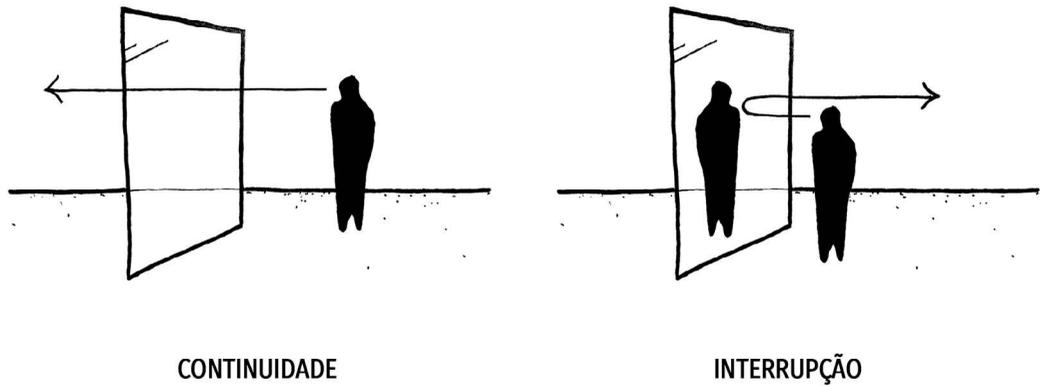


Figura 2 – Fenômeno do espelho.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A relação entre lugar e moção se dá porque o deslocamento através do espaço não restringe sua importância apenas à interação, mas também exerce um papel crucial no estabelecimento de recordações. Estudos neurocientíficos têm demonstrado que o córtex sensorial, responsável pela interpretação de estímulos sensoriais, interage diretamente com áreas associadas à memória, como o hipocampo e a amígdala. Essa interação facilita a codificação de experiências sensoriais em memórias de longo prazo e, conseqüentemente, a recuperação dessas memórias por meio de estímulos sensoriais similares. Ao acionar lembranças, dificilmente o indivíduo deixará de associá-las ao lugar onde se passaram. Isso ocorre, principalmente, porque o hipocampo, sede das regulações de memória, é a mesma região cerebral que estabelece a navegação espacial – a capacidade de deslocamento através do espaço (Sternberg; Wilson, 2006). E, assim, as lembranças dependem do senso de localização e o senso de localização, reciprocamente, é influenciado por recordações e experiências sensoriais anteriormente vividas no local.

Além disso, a prática motora e a aprendizagem de habilidades físicas são processos intimamente ligados à memória procedural, um tipo de memória implícita que envolve a repetição de movimentos. Essa conexão é suportada por estudos como os de Karni *et al.* (1995), que evidenciam a plasticidade neural associada à aprendizagem motora e sua relação com a memória. Portanto, a interação entre o sistema sensorio-motor e a memória reflete uma integração complexa de processos cerebrais que viabilizam a aprendizagem e retenção de informações.

A luz como aparelho perceptivo-biológico

Na neuroarquitetura, a luz emerge como componente destacado ao superar a condição de mero recurso arquitetônico de composição do espaço para adquirir uma relevância que, independentemente da sua aplicação dotada de intenções técnicas ou não, associa-se diretamente à mente. Sendo a luz o elemento essencial para a visão, por intermédio dos seus fenômenos de reflexão, refração e absorção, ela viabiliza a compreensão do espaço, dos seus limites e dos objetos em que nele estão inseridos; carecendo de uma discussão mais aprofundada em razão do seu complexo sistema de processamento cerebral.

A predominância da visão sobre os demais sentidos na mente humana foi constatada em estudos da neurociência e pode ser explicada pela organização neural. A maioria das conexões neurais no cérebro está voltada para o processamento visual, sendo a área visual primária uma

das maiores e mais desenvolvidas do córtex. Merabet *et al.* (2005) demonstraram a capacidade do cérebro em reorganizar suas funções para acomodar informações da visão, mesmo em indivíduos cegos; destacando a plasticidade cerebral e a importância da visão na formação e na interpretação da percepção sensorial.

Compreender a luz e o seu processamento no cérebro é chave para entender como ela está estritamente associada a outros componentes do espaço, e como os recursos intrínsecos à arquitetura podem ser melhor explorados. Sua análise é complexa e alcança parâmetros associados à fisiologia, comportamento e cognição. Três propriedades principais podem ser atribuídas à luz: a primeira abarca sua existência como estímulo em si (Possebon, 2009; Tomassoni; Galetta; Trégliã, 2015); a segunda a compreende como um dispositivo que viabiliza outros mecanismos perceptivos (Tomassoni; Galetta; Trégliã, 2015); e a terceira diz respeito às suas capacidades de regulação biológica (Tomassoni; Galetta; Trégliã, 2015; Takahashi, 2016; Milosavljevic, 2019).

A luz como estímulo próprio

A luz como estímulo próprio está muito associada à incorporação de metáforas no repertório simbólico de um indivíduo. Durante o aperfeiçoamento cognitivo humano, o sujeito aprende a reconhecer, por meio de associações inconscientemente incorporadas, os estímulos que a luz projeta e que podem variar segundo sua cor, sua intensidade ou até mesmo seu ritmo (Tomassoni; Galetta; Trégliã, 2015). Por exemplo, culturalmente, a luz vermelha pode estar associada à atenção, a um estado de perigo ou urgência; assim como, quanto mais acelerada a frequência na qual uma fonte de luz pisca, maior a sensação de movimento ou agitação. Na arquitetura, o uso da luz como artifício estimulante em si, portanto, vê-se muito atrelado à própria compreensão de um sistema mais amplo de figurações. Através da semiótica, campo de estudo dos signos e seus fenômenos, Pedrosa e Dias (2018) apontam que a análise da construção de significados é capaz de expor como a concepção arquitetônica pode utilizar das suas diversas ferramentas – forma, escala, textura, sombra, luz *etc.* – para significar e incorporar ao espaço características associadas a aspectos socioculturais de uma sociedade.

Um dos instrumentos mais consolidados para transformação e percepção do espaço é o emprego das cores. A cor, como um produto óptico dos fenômenos de absorção e reflexão, é um elemento de simples aplicação, mas que possui grande capacidade de atribuir determinadas qualidades que proporcionam respostas cerebrais na interação com o meio. Abordando a questão, Heller (2012) indica que seus significados não são dados por acaso, mas tratam-se de associações que, cotidianamente, tornaram-se enraizadas na linguagem e no pensamento humano (Figura 3). Goethe, escritor que introduziu os estudos cromáticos através da obra *Teoria das Cores*⁵, em 1810, abordou a capacidade “sensível-moral” que as cores possuem, indicando seu caráter e a forma como cada variação empreende sobre o indivíduo estímulos que garantem respostas sensitivas e comportamentos análogos (Possebon, 2009). Hoje, a cor é amplamente estudada pelo design e pelo marketing; e estudos recentes, inclusive, têm buscado validar também seu caráter terapêutico, reforçando sua atuação como um elemento de impacto na qualidade ambiental e bem-estar dos usuários de um edifício.

⁵ Traduzido do alemão “*Farbenlehre*”.

BRANCO	VERDE	AZUL	AMARELO	LARANJA	VERMELHO
CLARIDADE	ESPERANÇA	HARMONIA	OTIMISMO	ENERGIA	CALOR
LEVEZA	SAÚDE	TRANQUILIDADE	RECREAÇÃO	SOCIABILIDADE	PROXIMIDADE
MINIMALISMO	LIBERDADE	DISTÂNCIA	CRIATIVIDADE	TRANSFORMAÇÃO	ATRAÇÃO
PAZ	FERTILIDADE	FRIEZA	ENTENDIMENTO	INTENSIDADE	FELICIDADE

Figura 3 – Cores e seus principais significados.

Fonte: Adaptada de Heller (2012).

A luz como dispositivo de viabilização

A luz também pode assumir um papel viabilizador da captação de outros estímulos presentes no ambiente. Tomassoni, Galetta e Treglia (2015) atribuem à luz a função de dispositivo *gestáltico*⁶, que permite a reconstrução do espaço através do fornecimento de parâmetros cognitivos. Concedendo ao usuário visibilidade do meio, ela o afasta do senso de estranhamento que induz mecanismos de defesa como o medo e o estresse; e, ao mesmo tempo, é capaz de incitar a criatividade e a atração na exploração, por meio do uso de sombras e diferentes fontes e intensidades. E a luz que torna o lugar e os objetos visíveis, proporciona igualmente senso de localização ao usuário. Ela produz impressões de textura, de profundidade, de cor e de distância e, assim, torna-se um mapa cognitivo baseado no comportamento da matéria no espaço.

Se o lugar só se torna sensível visualmente ao receber a luz, a experiência do usuário, portanto, conecta-se diretamente a ela. Dessa maneira, exercendo não apenas sua função simbólica, mas também garantindo que outros sinais alcancem o usuário e sejam devidamente agregados à percepção do lugar, a luz ganha potencial plástico capaz de determinar – ou ao menos influenciar – a forma como o indivíduo experimenta e interage com o espaço, conduzindo a apreensão através do seu uso metafórico. Em um mesmo ambiente, a diversidade de experimentações com a origem, a quantidade ou até o foco das fontes de luz, demonstra como diferentes efeitos podem ser alcançados com essa plasticidade – um lugar pode ter um determinado canto evidenciado ou o seu centro; pode haver um trajeto único ou múltiplos; ora o usuário pode ser o destaque, ora o espaço (Figura 4).

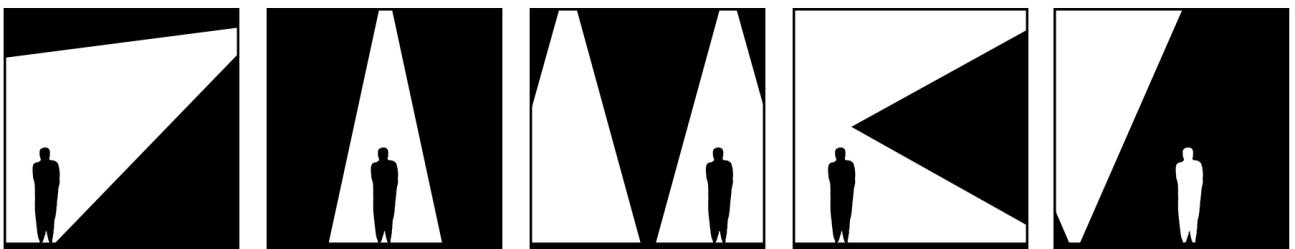


Figura 4 – Diferentes experiências através da luz.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A luz como reguladora biológica

Assim como a luz produz reações centradas na perspectiva sensível, ela desempenha igualmente uma atribuição primordial na regulação biológica humana. Por vias não-visuais, a luz

⁶ Termo relacionado ao sistema que baseia sua compreensão na análise do todo, considerando suas múltiplas partes.

também é capaz de afetar a performance e o comportamento do indivíduo. Milosavljevic (2019) indica que o considerável impacto da luz na fisiologia se dá pela regulação do ciclo circadiano – o relógio biológico que ordena as reações corpóreas em um ritmo sincronizado com o período de 24 horas do dia solar. A desregulação desse ciclo através da ausência de luz natural, durante o dia, ou da intensa exposição à luz artificial, durante a noite, além de afetar o comportamento, também altera inúmeras reações do corpo, gerando problemas de sono, de secreção hormonal e de vários outros segmentos.

As células do corpo humano contêm dispositivos sincronizados com esse relógio central localizado no núcleo suprasquimático do hipotálamo (NSQ) (Takahashi, 2016). Através da captura das informações de luz pela retina, o NSQ se conecta a outras regiões, como ao hipotálamo lateral e ao hipotálamo dorsomedial (Kiernan; Rajakumar; Barr, 2013), administrando a liberação de hormônios como a melatonina, o hormônio do sono produzido pela glândula pineal (Tomassoni; Galetta; Treglia, 2015). Apesar da captação da luz ser realizada pela retina do olho, esse sistema independe da visão, garantindo que mesmo pessoas com deficiências visuais tenham seu ciclo regulado.

O exame das reações circadianas incorporado à arquitetura pode resultar em relevantes ferramentas para a produção de espaços biologicamente mais confortáveis e que minimizem os impactos sobre o estado emocional dos seus usuários. Alguns recursos hoje já são amplamente utilizados, como a diferenciação no uso de luzes quentes para ambientes mais intimistas e relaxantes – a luz quente que, fisiologicamente, associa-se ao período de fim de tarde e que, portanto, induz uma resposta circadiana de redução do metabolismo corpóreo – e no uso de luzes frias para espaços com funções que requerem atenção, como locais de trabalho. Todavia, recentes estudos demonstram que a temperatura da luz e a luminosidade podem influenciar, inclusive, a navegação espacial e a compreensão de um ambiente. Hidayetoglu, Yildirim e Akalin (2012) apontaram em uma pesquisa que avaliava a opinião dos usuários sobre diferentes propostas de luz para um mesmo circuito formado por quinze ambientes, que cores frias podem estar associadas a uma melhor navegabilidade; enquanto as cores quentes, além de tornarem os espaços mais memoráveis e atrativos, também proporcionam uma melhor percepção.

O potencial terapêutico do espaço

Levando as análises da neuroarquitetura para a investigação das propriedades terapêuticas do espaço, se no meio estão armazenados dados e estímulos como potenciais indutores da experiência, a arquitetura, portanto, orienta-se também pela sua capacidade de proporcionar, ou não, condições adequadas e confortáveis de permanência. Relacionando-se, assim, diretamente com os impactos que pode exercer sobre a saúde mental e física dos seus usuários.

A saúde não pode ser resumida na simples privação de enfermidades, já que diz respeito também à qualidade de vida e ao bem-estar do indivíduo (World Health Organization, 2006). Considerando que, na sociedade contemporânea, grande parte da vida se passa dentro de edifícios, o espaço, portanto, deve ser pensado para a maximização desses atributos. Para De la Fuente (2013), esse tópico é recorrentemente negligenciado; contudo, além da compreensão dos aspectos funcionais, construtivos e estéticos, a qualidade de vida das pessoas que utilizarão o espaço também precisa ser avaliada na concepção arquitetônica.

No século passado, o excesso de formalização e o emprego desmedido de princípios isolados do Modernismo – sem a real compreensão da sua completa dimensão teórica – resultou na emergência de uma produção arquitetônica que publicitava a homogeneidade e a rápida

reprodução, e que alcançou visibilidade a nível global por motivações especialmente comerciais, como pode ser visto em diversas obras do *International Style*. Com a incorporação tecnológica substitutiva, esse novo padrão de edifícios, em especial no contexto corporativo, passou a privilegiar o ar condicionado em detrimento da ventilação natural, empregar materiais tóxicos e inapropriados ao clima local e, conseqüentemente, deixou de zelar pelo bem-estar dos usuários. Passadas algumas décadas, um novo fenômeno oriundo dessa produção arquitetônica foi identificado e ficou conhecido como a “síndrome do edifício doente”; seus impactos foram constatados diretamente na saúde dos indivíduos, com o aumento de doenças físicas e mentais e o surgimento de novos quadros clínicos, como a fibromialgia (De la Fuente, 2013).

Com a validação do potencial de impacto do espaço na saúde, novos estudos passaram a ser empreendidos, buscando compreender esse fenômeno através de associações com outras áreas do conhecimento, como a neurociência e a psicologia ambiental. Assim, surgiu o conceito de *Healing Environment* – ou “espaço terapêutico”. Como uma saída para o “edifício doente”, a abordagem tem ganhado destaque ao explorar no ambiente sua capacidade de amenizar os índices perturbadores incidentes sobre o usuário através da otimização dos seus componentes (Guelli; Zucchi, 2005). O termo que, em inglês, deriva da palavra *heal* – “cura”, na literatura atual está muito associado ao segmento hospitalar, já que se estabelece na capacidade que o lugar possui em auxiliar na recuperação de indivíduos enfermos.

As potencialidades terapêuticas do espaço, apesar dessa indireta associação, não estão limitadas aos hospitais. Por suas implicações diretas na qualidade de vida dos usuários, essa nova proposta de projeto arquitetônico pode ser vista também como uma plataforma de transformação da experiência do indivíduo em qualquer tipologia, desde a moradia aos ambientes corporativos, pois muitos de seus atributos voltam-se a proporcionar, simplificada e, o conforto e a agradável permanência no lugar.

Apenas mediante a análise anterior de como os componentes do lugar são apreendidos pelo corpo – tanto em uma perspectiva sensorial e biológica, quanto pelas possibilidades de interação do corpo com o meio – associada à compreensão do complexo fisiológico neural responsável pelo processamento desses estímulos – guiado, por sua vez, por critérios individuais, como as emoções e as memórias – é possível mapear os mecanismos da prática arquitetônica como indutores do bem-estar e do comportamento humano. Assim, a exploração dos elementos presentes no espaço e sua relação direta com a mente pode ser o motor para a potencialização dos estímulos benéficos que inconscientemente já estão presentes no espaço.

Os recursos para a segurança

Dentro de um edifício, junto aos componentes que implicam na saúde mental do usuário, existem aqueles que se relacionam à dimensão física da saúde e que são determinantes para o uso seguro do espaço. Recorrentemente, esses elementos, se mal concebidos, podem estar associados ao surgimento de sintomas mais perceptíveis e comumente acompanhados de dor e de debilitação funcional. Por esse motivo, em comparação aos de dimensão psicológica, hoje, muitos deles já possuem uma abordagem mais difundida na construção civil – sendo, inclusive, regidos por normas técnicas baseadas em padrões internacionalmente estabelecidos. No Brasil, a organização mais reconhecida na formalização dessas normas de desempenho é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A acessibilidade, como uma das pautas de segurança mais importantes, além de garantir o direito ao espaço independentemente da condição física do usuário, também é primordial

no controle de erros e de acidentes. O correto dimensionamento do espaço e dos elementos de circulação é capaz de minimizar esforços desnecessários e evitar quadros clínicos crônicos associados à redução de mobilidade. Quando levado a uma escala ainda mais próxima do usuário – como o mobiliário –, esse dimensionamento adequado também é capaz de oferecer maior suporte às atividades desenvolvidas no ambiente, tornando-o muito mais adaptado ao indivíduo e evitando, assim, possíveis lesões (Huisman *et al.*, 2012).

Por fim, mas não menos significativa, a qualidade ambiental é o fator que, por meio da associação de múltiplas decisões arquitetônicas, determinará o nível de conforto final oferecido aos usuários em um determinado espaço. Como uma síntese das condições internas de um ambiente, essa qualidade é dada em função de aspectos como ventilação, umidade, níveis de iluminação natural e artificial, parâmetros acústicos *etc.* A presença desmoderada de elementos associados a essas condições, como ruídos altos e luzes ofuscantes, pode desencadear o estresse através do acionamento cerebral de uma região conhecida por eixo Hipotálamo-Pituitária-Adrenal (HPA), que pode alterar a produção de hormônios glicocorticoides, como o cortisol, e assim elevar o nível de estresse (Mormède *et al.*, 2002). Por isso, toda a regulação desses parâmetros deve ser feita priorizando minimizar esses desconfortos. Para tanto, podem ser abordadas com mais atenção a renovação adequada do ar interno através, prioritariamente, da ventilação natural; instrumentos acústicos podem ser trabalhados a fim de conter a entrada de ruídos potencialmente incômodos; e o correto dimensionamento da iluminação deve ser sempre considerado, validando, principalmente, a luz natural e os seus múltiplos benefícios fisiológicos.

O domínio sobre o espaço

Ao adentrar um novo ambiente pela primeira vez, instintivamente o indivíduo buscará compreendê-lo. A percepção do lugar leva ao domínio espacial – a consciência que o usuário cria sobre suas possibilidades de interação com o espaço, produzindo a sensação de pertencimento e de controle. Para Paiva (2018), ao reconhecer o espaço como seu território, o indivíduo deixa de identificá-lo como uma ameaça, assim, os níveis de alerta tendem a diminuir, permitindo o relaxamento. Isso ocorre, principalmente, pois, ao entrar em contato com um novo ambiente, o cérebro também pode acionar o HPA e elevar os hormônios do estresse (Mormède *et al.*, 2002). Se a ausência do domínio espacial pode produzir reações negativas, é de interesse que esse tópico, principalmente em um espaço terapêutico, seja favorecido.

Culturalmente, pessoas que vivem ou são originárias de uma mesma região, já possuem uma identidade arquitetônica definida (Mahmoud, 2017). Se a interação com um lugar, mesmo tratando-se de um novo espaço, já é precedida pelo reconhecimento dessa identidade, as chances de estranhamento podem ser reduzidas. Por esse motivo, é importante que a arquitetura esteja, primeiramente, contextualizada ao seu local, respeitando as estruturas sociais existentes, as técnicas e materiais regionais e utilizando os elementos do repertório local.

Além da contextualização cultural, outro elemento indutor do bem-estar humano são as suas possibilidades de personalização (Paiva, 2018), em especial, em ambientes de longa permanência. A relação indivíduo-meio é de mútua influência; logo, parte dessa interação se dá também através da forma como o usuário é capaz de atribuir significados ao espaço, tornando-o um reflexo de si. A possibilidade de um grupo ou de um indivíduo controlar, modificar e incorporar aspectos pessoais em um ambiente leva à criação de vínculos emocionais mais fortes com o lugar; amplificando o senso de pertencimento que, traduzido em respostas cerebrais mais positivas no campo emocional, torna a experiência do usuário mais agradável.

A navegação espacial

Como já abordado, o movimento é fundamental para a apreensão do lugar. A navegação espacial, por estar associada, fisiologicamente, às operações de memória no hipocampo, implica que a experiência do indivíduo esteja sempre vinculada às ferramentas fornecidas pelo meio para um movimento bem orientado. Esse atributo do espaço é denominado orientabilidade – a capacidade de auto localização e de definição do fluxo de deslocamento em determinados ambientes.

Winter e Taube (2014) apontam a existência de células cerebrais na formação hipocampal, denominadas *head direction cells*, que são capazes de direcionar o indivíduo independentemente da sua localização ou estado emocional, através do acionamento de uma complexa rede cerebral. Diferentemente de uma bússola comum, essas células não possuem um único sentido, podem alterar seu fluxo em virtude de informações captadas durante o deslocamento (Sternberg; Wilson, 2006). Nesse aspecto, a presença de marcadores visuais (como placas, diferenciação de ambientes por cores, janelas etc.) é importante para a concepção do espaço terapêutico, já que esses elementos produzem uma maior atividade no hipocampo, reforçando a percepção do lugar e garantindo uma melhor orientabilidade. O senso de desorientação que surge com a ausência desses elementos pode dificultar o rastreamento do percurso dentro do espaço, produzindo uma sensação de alerta e desencadeando o estresse como resposta emocional. Esse recurso para a navegação espacial, principalmente quando associado à adequada setorização de atividades e ordenamento de fluxos, além de garantir maior bem-estar ao usuário – já que ameniza possíveis condicionantes do desgaste mental –, também colabora para a eficiência no uso do espaço.

A presença da natureza

O ser humano, biologicamente, sente a necessidade de estar próximo às coisas vivas (O’Brien, 2014). Apesar da função básica da arquitetura ser o abrigo, ou seja, proteger o indivíduo das intempéries do meio ambiente, a conexão de um edifício com o seu exterior é um dos fatores de maior influência na concepção de espaços arquitetonicamente saudáveis, principalmente, no que diz respeito às possibilidades de contato do usuário com elementos naturais. Abordando o tema, o arquiteto Richard Neutra, ainda na década de 50, conceituou o “biorealismo”, princípio teórico que orientou toda a sua produção arquitetônica e que buscava associar a fisiologia humana ao *design*, estabelecendo um equilíbrio fisiológico que, segundo o autor, solicitava que a arquitetura estivesse próxima à natureza (Morse, 2013).

Atualmente, um dos termos mais explorados sobre essa associação é a biofilia. Do latim, *bio* = vida e *filia* = atração, o termo foi popularizado por Edward O. Wilson, na década de 80, com a publicação de um livro com esse título. Wilson (1984) defende que essa dependência para com a natureza é dada, inclusive, por fatores genéticos e biológicos associados à evolução anatômica do cérebro humano. Essa nova abordagem conceitual, mais do que racionalizar essa conexão, hoje, volta-se também a proposições de como melhorar o *habitat* humano. Na arquitetura, duas circunstâncias diferentes podem estar relacionadas à exploração das propriedades biofílicas do espaço: a primeira é centrada no edifício que se abre ao exterior e fomenta o contato com a paisagem circundante; e a segunda diz respeito à presença da natureza dentro da edificação em si.

Excedendo as questões de salubridade e eficiência energética, o contato com o meio externo em um edifício, mesmo que a paisagem de inserção não seja predominantemente

⁷ Em tradução livre do inglês, “células direcionais”.

bucólica, é importante para a geolocalização e a situação temporal do usuário, fatores que evitam a desorientação e o desgaste emocional. Tratando-se de um cenário visualmente agradável, existe ainda a possibilidade do seu proveito como recurso contemplativo que, assim, pode também propiciar o relaxamento e o bem-estar do indivíduo. Através de estudos, Ulrich *et al.* (1991) demonstraram que o contato com a natureza, além de controlar reações negativas, pode ter também efeitos terapêuticos, auxiliando na redução do estresse.

No ambiente interno, a presença de elementos naturais pode igualmente proporcionar efeitos de potencialização funcional, amplificando a habilidade de foco e o nível de atenção do usuário (Mahmoud, 2017). Em termos de decisões arquitetônicas, o contato com a natureza não precisa ocorrer apenas de maneira direta, mas também por abstrações capazes de produzir os mesmos efeitos terapêuticos, mas, por vezes, sem uma compreensão lógica dos estímulos por trás. Diretamente, a incorporação pode ser dada através de espécies vegetativas e animais; e indiretamente, através de associações por cores, sons e odores, por exemplo.

A estimulação multissensorial

Por fim, outro recurso que cientificamente teve comprovada sua relação com a redução de estresse é a estimulação sensorial. Martínez-Soto *et al.* (2013), utilizando a Ressonância Magnética Funcional, identificaram que experiências visuais agradáveis podem conduzir a um processo mental restaurativo – ou terapêutico –, minimizando o estresse através do acionamento de emoções positivas e a contenção da necessidade de alerta. E, se o uso de elementos visuais exprime resultados positivos, uma associação multissensorial pode abarcar outros ainda mais eficientes. Assim como o contato com a natureza, a exposição a elementos que produzem maior atividade nas regiões cerebrais sensitivas pode ser utilizada, inclusive, como uma ferramenta de estimulação funcional em pacientes com doenças degenerativas ou usuários de perfil infanto-juvenil (Kuhnen *et al.*, 2010). Em estudos feitos através de exames de eletroencefalograma, Vijayan e Embi (2019) demonstraram que a combinação de sentidos pode levar também à maior satisfação e o engajamento com o espaço.

Diversos são os elementos que podem ser explorados na concepção multissensorial de um espaço terapêutico. As cores, como já abordado, podem ser utilizadas em função dos significados que têm atribuídos a si. O som – elemento que usualmente é objeto de contenção – desempenha um papel importante na identificação da proporção do espaço, bem como pode tornar-se uma fonte de relaxamento ou descontração. O tato é eficaz na produção de sensações térmicas e de conforto. E o olfato, o sentido fisiologicamente mais conectado às regiões cerebrais de memória, quando acionado leva à liberação de sinais que resgatam lembranças (Spence, 2020).

Considerações Finais

Em um espaço, a experiência se faz múltipla, já que a percepção parte do indivíduo, de sua singularidade e suas vivências. Buscando racionalizar essa conexão através de uma abordagem fisiológica, a neuroarquitetura se estrutura na análise do conjunto de estímulos-reações sucedidas no complexo sistema cerebral humano; e possibilitada pelo desenvolvimento tecnológico, tornou-se uma ciência promissora em investigar a relação entre indivíduo e meio, de maneira pragmática.

A mente humana comporta inúmeras variantes que interferem na identificação do espaço, e muitos desses elementos são capazes de exercer impactos que sequer são compreendidos, mas que se dão, em sua maioria, de maneira inconsciente. As emoções, atuando como filtro para a percepção, se estabelecem em uma relação recíproca entre experiências prévias e presença

no lugar – as memórias afetivas sugestionam como o indivíduo experimenta o meio; e o espaço, por sua vez, consolida novas memórias. O corpo pode ser considerado a ponte entre a mente e o lugar: dotado dos sentidos, das possibilidades de ação e da sua própria materialidade, é o elemento capaz de captar os estímulos presentes no espaço e conduzi-los à interpretação. E a luz, que muito além de somente viabilizar a visão, atrela-se à experiência através da complexidade dos seus efeitos associados a parâmetros simbólicos, permissivos e fisiológicos; influenciando igualmente outros aspectos dos mecanismos que compõe o processamento do espaço na mente.

Uma vez identificado o impacto do meio sobre a percepção, é reconhecido também o seu potencial terapêutico justificado na sua interferência direta na saúde e no bem-estar humano. Muito mais do que minimizar os efeitos negativos sobre o indivíduo, benefícios restaurativos já foram levantados em ambientes que utilizam o correto dimensionamento do espaço e os seus recursos de segurança, que permitem ao usuário se identificar e ter domínio sobre o lugar, que garantem o movimento bem-orientado, que se dispõem em contato com a natureza e que proporcionam experiências de estimulação multissensorial.

O olhar sobre os atributos do espaço nada mais é do que a própria reflexão sobre a arquitetura em si. A aplicação da neurociência às edificações se afirma como uma ferramenta que instiga a evolução da tectônica na sua inata competência de atribuir qualidade de vida aos indivíduos, uma vez que a concepção arquitetônica, fundamentalmente, já abriga os múltiplos recursos que favorecem a relação entre usuário e meio.

O poder terapêutico do espaço reside na sua capacidade de existência e manutenção sem grandes contrapartidas danosas aos usuários que dele usufruem – um espaço que priorize esse atributo, portanto, jamais pode ser concebido a qualquer custo. Se a vida humana, essencialmente se vinculada ao espaço, a arquitetura não cura, mas é componente vital para que a cura aconteça.

Referências

- Barrett, L. F.; Bar, M. See it with feeling: affective predictions during object perception. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 364, n. 1521, p. 1325-1334, 2009. Disponível em: https://www.affective-science.org/pubs/2009/Phil_Trans_R_Soc_B-2009-Barrett-1325-34.pdf. Acesso em: 21 nov. 2020.
- Cannon, W. B. *Bodily changes in pain, hunger, fear and rage: an account of recent researches into the function of emotional excitement*. Miami: Harppress, 1915.
- De la Fuente, J. A. A. *O edifício doente: relação entre construção, saúde e bem-estar*. 2023. Tese (Mestrado em Arquitetura) – Universidade do Minho, Braga, 2013. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/27606>. Acesso em: 16 fev. 2021.
- Feldman, L. *how emotions are made: the secret life of the brain*. Boston: Mariner Books, 2018.
- Guelli, A.; Zucchi, P. A influência do espaço físico na recuperação do paciente e os sistemas e instrumentos de avaliação. *RAS*, v. 7, n. 27, 2005.
- Heller, E. *A psicologia das cores: como as cores afetam a emoção e a razão*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2012.
- Hidayetoglu, M. L.; Yildirim, K.; Akalin, A. The effects of color and light on indoor wayfinding and the evaluation of the perceived environment. *Journal of Environmental Psychology*, v. 32, n. 1, p. 50-58, 2012. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvp.2011.09.001>.
- Huisman, E. R. C. M. *et al.* Healing environment: a review of the impact of physical environmental factors on users. *Building and Environment*, v. 58, p. 70-80, 2012. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132312001758>. Acesso em: 2 fev. 2021.
- James, W. *The principles of psychology*. Nova Iorque: Cosimo Classics, 1890.

- Jelić, A. Designing “pre-reflective” architecture. *Ambiances*, n. 1, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.4000/ambiances.628>.
- Jelić, A. *et al.* The Enactive Approach to Architectural Experience: A Neurophysiological Perspective on Embodiment, Motivation, and Affordances. *Frontiers in Psychology*, v. 7, n. 481, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00481>.
- Kandel, E. *et al.* *Princípios de Neurociências*. 5. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2014.
- Karakas, T.; Yildiz, D. Exploring the influence of the built environment on human experience through a neuroscience approach: a systematic review. *Frontiers of Architectural Research*, v. 9, n. 1, 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2019.10.005>.
- Karni, A. *et al.* Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning. *Nature*, v. 377, n. 6545, p. 155-158, 1995. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7675082>. Acesso em: 8 set. 2023.
- Kiernan, J. A.; Rajakumar, N.; Barr, M. L. *Barr's the human nervous system: an anatomical viewpoint*. 10. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2013.
- Kuhnen, A. *et al.* A importância da organização dos ambientes para a saúde humana. *Psicologia & Sociedade*, v. 22, n. 3, p. 538-547, 2010. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-71822010000300014>.
- Ledoux, J. *The emotional brain: the mysterious underpinnings of emotional life*. Nova Iorque: Simon & Schuster, 2015.
- Mahmoud, H.-T.H. Interior architectural elements that affect human psychology and behavior. *The Academic Research Community publication*, v. 1, n. 1, p. 10, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.21625/archive.v1i1.112>.
- Marjouei, A. *et al.* Architecture as extensive mind. *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar*, v. 15, n. 64, p. 29- 40, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.22034/bagh.2018.69478>.
- Martin, J.H. *Neuroanatomy: text and atlas*. 4. ed. Nova Iorque: Mcgraw-Hill, 2012.
- Martínez-Soto, J. *et al.* Exploration of neural correlates of restorative environment exposure through functional magnetic resonance. *Intelligent Buildings International*, v. 5, n. sup1, p. 10- 28, 2013. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/17508975.2013.807765>.
- Merabet, L. B. *et al.* What blindness can tell us about seeing again: merging neuroplasticity and neuroprostheses. *Nature reviews: Neuroscience*, v. 6, n. 1, p. 71-77, 2005. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15611728>. Acesso em: 11 set. 2023.
- Milosavljevic, N. How Does Light Regulate Mood and Behavioral State? *Clocks & Sleep*, v. 1, n. 3, p. 319-331, 2019. Doi: <http://dx.doi.org/10.3390/clockssleep1030027>. Acesso em: 23 nov. 2021.
- Mormède, P. *et al.* Molecular genetic approaches to investigate individual variations in behavioral and neuroendocrine stress responses. *Psychoneuroendocrinology*, v. 27, n. 5, p. 563-583, 2002. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/s0306-4530\(01\)00093-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0306-4530(01)00093-2).
- Morse, B. C. *Richard Neutra, Biorealist*. 2013. Tese (Mestrado em Artes) – University of Texas at Austin, Austin, 2013. Disponível em: <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/21400>. Acesso em: 4 fev. 2021.
- Norberg-Schulz, C. *O fenômeno do lugar*. São Paulo: Cosac Naify, 2006.
- O'Brien, M. *Biophilia: Perception of the Environment*. 2014. Tese (Mestrado em Arquitetura) – University College Dublin, Dublin, 2014.
- Paiva, A. Neuroscience for Architecture: How Building Design Can Influence Behaviors and Performance. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, v. 12, n. 2, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.17265/1934-7359/2018.02.007>.
- Pedroso, S. P.; Dias, S. S. aproximações teóricas: a semiótica na análise de monumentos. In: Simpósio de Sustentabilidade e Contemporaneidade nas Ciências Sociais, 6., 2018, Cascavel. *Anais Eletrônicos [...]*. Cascavel: Faculdade Assis Gurgacz, 2018, p. 1-37. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/contemporaneidade/anais/5b45eba219101.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2021.
- Possebon, E. L. *A teoria das cores de Goethe hoje*. 2009. Tese (Doutorado em Design e Arquitetura) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-10052010-144639/publico/Ennio_Possebon_Tese.pdf. Acesso em: 17 dez. 2021.

- Rock, D. *Your brain at work strategies for overcoming distraction, regaining focus and working smarter all day long*. Nova Iorque: New York Harper Collins, 2010.
- Samaržija, H. *Epistemological implications of neuroarchitecture*. Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Zagreb, Zagreb, 2018. Disponível em: https://www.academia.edu/38913766/Epistemological_Implications_of_Neuroarchitecture. Acesso em: 24 nov. 2020.
- Solovyova, I. *the role of the autobiographical experiences with emotional significance of an architect in design conjecturing*. Tese (Doutorado em Filosofia) - Texas A&M University, Texas, 2008.
- Souza, L. B. E. Percepção ambiental e fenomenologia: possibilidades de adaptação do método e alguns exemplos de pesquisas. *Desenvolvimento e meio ambiente*, v. 40, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v40i0.44699>.
- Spence, C. Senses of place: architectural design for the multisensory mind. *Cognitive Research: Principles and Implications*, v. 5, n. 1, 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.1186/s41235-020-00243-4>.
- Sternberg, E. M.; Wilson, M. A. Neuroscience and architecture: seeking common ground. *Cell*, v. 127, n. 2, p. 239-242, 2006. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2006.10.012>.
- Takahashi, J. S. Transcriptional architecture of the mammalian circadian clock. *Nature Reviews Genetics*, v. 18, n. 3, p. 164-179, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.1038/nrg.2016.150>.
- Tomassoni, R.; Galetta, G.; Treglia, E. Psychology of light: how light influences the health and psyche. *Psychology*, v. 6, n. 10, p. 1216-1222, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.4236/psych.2015.610119>.
- Tuan, Y-F. *Espaço e Lugar: a perspectiva da experiência*. São Paulo: Difel, 1983.
- Ulrich, R. S. et al. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, v. 11, n. 3, p. 201-230, 1991. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/s0272-4944\(05\)80184-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0272-4944(05)80184-7).
- Vijayan, V. T.; Embi, M. R. probing phenomenological experiences through electroencephalography brainwave signals in neuroarchitecture study. *International Journal of Built Environment and Sustainability*, v. 6, n. 3, p. 11-20, 2019. Doi: <http://dx.doi.org/10.11113/ijbes.v6.n3.360>.
- Wilson, E. O. *Biophilia*. Cambridge: Harvard University Press, 1984.
- Winter, S. S.; Taube, J. S. Head direction cells: from generation to integration. *Space, Time and Memory in the Hippocampal Formation*, p. 83-106, 2014. Doi: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-7091-1292-2_4
- World Health Organization. *Constitution Of The World Health Organization*. [S.l.]: WHO, 2006. Disponível em: <https://www.who.int/about/accountability/governance/constitution>. Acesso em: 20 fev. 2021.

Colaboradores

L. S. Alves foi o responsável pela concepção e estruturação do projeto de pesquisa, levantamento e análise de bibliografia, redação do artigo e criação de imagens. A coautora C. M. Celaschi foi orientadora do trabalho, responsável também pela revisão do projeto de pesquisa e pela revisão da versão final do artigo.