

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
SAMANTHA BERING FRÓES

**A CONSTRUÇÃO DA RAZÃO: UM ESTUDO DE CASO SOBRE
NEUROARQUITETURA APLICADA ÀS INSTITUIÇÕES DE ENSINO
BRASILEIRAS.**

CASCADEL

2020

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
SAMANTHA BERING FRÓES

**A CONSTRUÇÃO DA RAZÃO: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A
NEUROARQUITETURA APLICADA ÀS INSTITUIÇÕES DE ENSINO
BRASILEIRAS**

Trabalho de Conclusão do Curso de Arquitetura e Urbanismo, da FAG, apresentado na modalidade Teórico-conceitual, como requisito parcial para a aprovação na disciplina: Trabalho de Curso: Defesa.

Professor Orientador: Solange Irene Smolarek Dias.

CASCADEL
2020

SAMANTHA BERING FRÓES

**A CONSTRUÇÃO DA RAZÃO: UM ESTUDO DE CASO SOBRE
NEUROARQUITETURA APLICADA ÀS INSTITUIÇÕES DE ENSINO
BRASILEIRAS.**

DECLARAÇÃO

Declaro que realizei em outubro de 2020 a revisão linguístico textual, ortográfica e gramatical da monografia de Trabalho de Curso denominado: **A construção da razão: um estudo de caso sobre a neuroarquitetura aplicada às instituições de ensino brasileiras**, de autoria de **Samantha Bering Fróes**, discente do Curso de Arquitetura e Urbanismo – FAG e orientado por **Solange Irene Smolarek Dias**.

Tal declaração contará das encadernações e arquivo magnético da versão final do TC acima identificado.

Cascavel, 30 de outubro de 2020.

Gislaine Gomes

Licenciada em Letras/CAUFAG/2015

RG nº 10.597.992-4 – SSP/PR

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

SAMANTHA BERING FRÓES

**A CONSTRUÇÃO DA RAZÃO: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A
NEUROARQUITETURA APLICADA ÀS INSTITUIÇÕES DE ENSINO
BRASILEIRAS.**

Trabalho apresentado no Curso de Arquitetura e Urbanismo, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, sob a orientação da Professora Arq^a Dr^a Solange Irene Smolarek Dias.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Arq^a Dr^a Solange Irene Smolarek Dias
Centro Universitário Assis Gurgacz

Prof^a Arq^a Me^a Sirlei Maria Oldoni
Centro Universitário Assis Gurgacz

Cascavel/PR, 03 de novembro de 2020

DEDICATÓRIA

Tenho a imensa satisfação em dedicar esse trabalho a todos aqueles que muito me inspiram, ensinam e orientam: meus professores e meus amigos e amigas que abrilhantam minha vida (muito além da acadêmica!).

Obrigada por estarem comigo neste percurso. Saibam que eu sou grata por todo apoio, pela troca de experiências, pelos momentos únicos de humor, descontração, inclusive... os momentos de pesar.

Foram vocês que preencheram meus dias de boas lembranças e são vocês aqueles que me inspiram a agir, prosseguir nessa busca por conhecimento, por um pouquinho mais de humanidade e maturidade.

Sou grata por todas as lições, sou grata pelas memórias, pelo acolhimento, e, principalmente, por ter a sorte de pertencer e dividir este mesmo tempo e espaço com vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Rosangela dos Santos de Campos, que me proporcionou as reformas e reconstruções mais importantes que eu poderia fazer. Sou grata por cada palavra de acolhimento e ensinamento!

Agradeço também à minha orientadora, Solange Irene Smolarek Dias, por acolher de uma maneira brilhante este tema que representou muitas novidades e desafios. Tua orientação foi fundamental para alcançar esse resultado e muito tocante por toda a gentileza e dedicação em cada passo dessa trajetória.

Sou imensamente agradecida aos meus pais, especialmente à minha mãe, Liliane Maria Bering Fróes, por proporcionar-me uma oportunidade tão preciosa de formação superior. Por toda a minha vida serei grata a ti por assegurar a ocorrência deste capítulo em minha vida, com todas experiências e lembranças que, indiretamente, só existiram por tua causa.

Agradeço ao meu amigo querido, Rodrigo José de Campos, pela companhia nessa trajetória acadêmica e obrigada por seu auxílio e inspiração!

Finalmente, sou grata ao meu companheiro, Vitor Lisboa Nogueira, pela indescritível parceria e cuidado. Obrigada por proporcionar-me um lugar seguro para redigir este trabalho.

Cada palavra contida neste trabalho é um reflexo da gratidão que sinto por vocês!

EPÍGRAFE

*“Every now and then a man's mind is stretched by
a new idea or sensation and never shrinks
back to its former dimensions.”*

“De vez em quando, a mente de um homem é
estendida por uma nova ideia ou sensação
e nunca volta às dimensões anteriores.”

— Oliver Wendell Holmes
The Autocrat of the Breakfast-Table, 1858, p. 311.

RESUMO

O presente estudo tem como assunto a neuroarquitetura e seu tema é o estudo de caso acerca da aplicação da neuroarquitetura em instituições de ensino de nível fundamental e médio do Brasil. Como problema, estabelece-se a questão: é possível conferir a aplicação da neuroarquitetura em obras brasileiras? Supõe-se que sim, e sua conferência seria possível a partir da avaliação de determinados parâmetros, como iluminação adequada, a configuração dos espaços, bem-estar dos indivíduos, etc. Objetiva-se, de modo geral, conferir se instituições brasileiras já fazem uso dos conceitos relativos à neuroarquitetura e, de maneira específica, apresentam-se conceitos que permitem a compreensão da relação entre neurociência e arquitetura, e da neuroarquitetura com o espaço educacional. Foi utilizado no desenvolvimento da pesquisa o método dialético. Como correlato, tem-se a reforma da *Kingsdale School*, datada de 2004, sendo uma obra premiada, que explicita a importância da multidisciplinaridade para a aplicação da neuroarquitetura, inclusive, traz consigo elementos visuais (cores, por exemplo) e modelagens espaciais pertinentes para o espaço da educação no século XXI. A terceira etapa apresenta dois casos em estudo, de categorias nacional (St. Nicholas School, SP) e estadual. Ambas as obras são descritas a partir de fatores que caracterizam a neuroarquitetura e, em sua análise, vê-se que respondem ao problema da pesquisa, validando a hipótese da pesquisa.

Palavras-chave: Neuroarquitetura. Arquitetura educacional. Arquitetura escolar. Instituições de ensino. Neurociência.

ABSTRACT

The present study is about neuroarchitecture and its theme is the case study about the application of neuroarchitecture in primary and secondary education institutions in Brazil. As a problem, the question arises: is it possible to check the application of neuroarchitecture in Brazilian buildings? It is assumed so, and its verification would be possible based on the evaluation of parameters, such as adequate lighting, the configuration of spaces, the well-being of users, etc. The objective is, in general, to check if Brazilian institutions already make use of the concepts related to neuroarchitecture and, in a specific way, it presents the concepts that allow the understanding of the relationship between neuroscience and architecture, and of neuroarchitecture with the educational space. The dialectical method was used in the development of the research. As a correlate, there is the renovation of the Kingsdale School, 2004, being an award-winning work, which explains the importance of multidisciplinary for the application of neuroarchitecture, including bringing visual elements (colors, for example) and relevant spatial models for the space of education in the 21st century. The third stage presents two cases under study, of national (St. Nicholas School, SP) and state categories. Both works are defined based on factors that characterize neuroarchitecture and, in their analysis, we see that connection to the research problem, validating the research hypothesis.

Key words: Neuroarchitecture. Educational Architecture. School Architecture. Educational Institutions. Neuroscience.

LISTA DE SIGLAS

ANFA – *Academy of Neuroscience for Architecture*

BDNF – *Brain-Derived Neurotrophic Factor*

CA1 – Corno de Amon 1, região do hipocampo que, conforme os primeiros anatomistas, era semelhante à algumas representações encontradas na cidade de Tebas de Amon, deus do Sol no Egito Antigo.

CAUFAG – Curso de Arquitetura e Urbanismo da Fundação Assis Gurgacz

CE – Córtex Entorrinal

CPI – Colégio Positivo Internacional

CPR – Córtex Pré Frontal

dRMM – de Rijke Marsh Morgan *Architects*

EBD – *Evidence-Based Design*

ETFE – Etil tetra fluoro etileno

GCSE – *General Certificate of Secondary Education*

GNVQ – *General National Vocational Qualification*

IE – Instituições de ensino

IB – *International baccalaureate*

KFS – *Kingsdale Foundation School*

MCA – Manoel Coelho Arquitetos e Design.

MEC – Ministério da Educação

SAT – *Scholastic Assessment Test*

SN – Sistema Nervoso

SNC – Sistema Nervoso Central

ST. – *Saint*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Detalhes da fachada da Catedral.	5
Figura 2 – Catedral de Amiens (França).	5
Figura 3 – Maquete da Kingsdale School.....	15
Figura 4 – Quadra esportiva, luz natural.....	17
Figura 5 – Iluminação artificial.	17
Figura 6 – Sixth Form I.	17
Figura 7 – Sixth Form II.	17
Figura 8 – Vista aérea da Kingsdale School.....	18
Figura 9 – Recepção I, espaço direcional.	19
Figura 10 – Conformação da circulação no átrio.....	19
Figura 11 – Estrutura geodésica.	19
Figura 12 – Jardins no interior.....	20
Figura 13 – Implantação, St. Nicholas School.	22
Figura 14 – Detalhe do pergolado.....	23
Figura 15 – Fachada.....	23
Figura 16 – Perfis inclinados do conjunto de edifícios que compõem a St. Nicholas School.	23
Figura 17 – Esquadrias: Interior.....	24
Figura 18 – Esquadrias: Fachada.....	24
Figura 19 – Imagem via satélite, St. Nicholas School.....	25
Figura 20 – Representação do corte e das fachadas.	25
Figura 21 – Projeto de arquitetura paisagística.	28
Figura 22 – Florada colorida: cor lilás.....	28.
Figura 23 – Florada colorida: cor de rosa.....	28
Figura 24 – Tonalidades e texturas I.....	28
Figura 25 – Tonalidades e texturas II.....	28
Figura 26 – <i>Playground</i> I.....	29
Figura 27 – <i>Playground</i> II.....	29
Figura 28 – Sala de aula.....	29
Figura 29 – Circulação.....	29
Figura 30 – Colagem de fotografias do CPI.	30
Figura 31 – Imagem via satélite, Colégio Positivo Internacional.	32

Figura 32 – Disposição do programa de necessidades.	32
Figura 33 – Resumo das atividades realizadas para a formulação do primeiro capítulo.....	43
Figura 34 – Resumo das atividades realizadas para a formulação do segundo capítulo.	44
Figura 35 – Resumo das atividades realizadas para a formulação do segundo capítulo.	45
Figura 36 – Divisão básica do Encéfalo.	59
Figura 37 – Representação gráfica dos tipos e partes dos neurônios de acordo com a sua funcionalidade.	59
Figura 38 – Hipocampo e suas regiões.....	60
Figura 39 – Estruturas do sistema límbico.	60
Figura 40 – Taxonomia dos sistemas de memória de longa duração.	60
Figura 41 – Jonas Salk.....	61
Figura 42 – Simetria e relação com a paisagem I.....	62
Figura 43 – Simetria e relação com a paisagem II.	62
Figura 44 – Representação em corte.....	62
Figura 45 – Edifícios.	63
Figura 46 – Interior e campo visual da obra.....	63
Figura 47 – Pátios aquáticos.....	63
Figura 48 – Detalhes construtivos.	64
Figura 49 – Recepção I, entrada	70
Figura 50 – Detalhe da luz sob a cobertura de ETFE	71
Figura 51 – Maquete da estrutura geodésica do auditório.....	71
Figura 52 – Representação do corte com escala humana.	72
Figura 53 – Resultado <i>outstanding</i> (em tradução livre: excelente) do relatório de inspeção, Ofsted.	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Parâmetros de verificação da neuroarquitetura	13
Quadro 02 – Resultados possíveis	13
Quadro 03 – Resumo de conceitos pertinentes	13
Quadro 04 – Síntese da verificação de parâmetros da neuroarquitetura no correlato	21
Quadro 05 – Síntese analítica da conformação formal de Saint Nicholas School	26
Quadro 06 – Programa de necessidades do Colégio Positivo Internacional	33
Quadro 07 – Síntese analítica do Colégio Positivo Internacional	33
Quadro 08 – Plano de desenvolvimento da pesquisa	37
Quadro 09 – Síntese da verificação de parâmetros da neuroarquitetura no correlato	38
Quadro 10 – Síntese da verificação de parâmetros da neuroarquitetura no correlato	39
Quadro 11 – Parâmetros e pesos	65

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1 FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DIRECIONADAS AO TEMA DA PESQUISA.....	1
1.1. O ESPAÇO: ESSÊNCIA DA ARQUITETURA	1
1.2 ORIGENS E DEFINIÇÕES DE NEUROARQUITETURA.....	3
1.3 PRINCÍPIOS DA NEUROCIÊNCIA: ANATOMIA E FUNÇÕES DO ENCÉFALO	7
1.4 CONCEITUAÇÃO DA ATENÇÃO, MEMÓRIA E APRENDIZAGEM.....	8
1.5 PARÂMETROS DE RECONHECIMENTO DA NEUROARQUITETURA.....	10
1.6 SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	14
2 CORRELATO: KINGSDALE FOUNDATION SCHOOL, LONDRES, REINO UNIDO.....	15
2.1 CONFORTO LUMÍNICO	16
2.2 CONFORTO ACÚSTICO	18
2.3 CONFORMAÇÃO ESPACIAL E SUA INFLUÊNCIA SOBRE O ESTAR E CIRCULAÇÃO.	18
2.4 BIOFILIA	20
2.5 APLICAÇÃO E USO DE CORES.....	20
2.6 DESEMPENHO ESCOLAR	20
2.7 SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	21
3. APLICAÇÃO NO TEMA DELIMITADO.....	22
3.1 O CASO DA SAINT NICHOLAS SCHOOL (SANTANA DE PARNAIBA/SP)	22
3.1.1 Conforto Lumínico	23
3.1.2 Conforto Acústico	24
3.1.3 Conformação espacial.....	25
3.1.4 Biofilia	27
3.1.5 Aplicação ou utilização de cores.....	29
3.1.6 Desempenho escolar	29

3.2	O CASO DO COLÉGIO POSITIVO (CURITIBA/PR)	30
3.2.1	Conforto lumínico.....	31
3.2.2	Conforto acústico	31
3.2.3	Conformação espacial.....	32
3.2.4	Biofilia	35
3.2.5	Aplicação ou utilização de cores	35
3.2.6	Desempenho escolar	35
3.3	SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	36
4.	ANÁLISES DA APLICAÇÃO.....	37
4.1	METODOLOGIA DE ANÁLISE.....	37
4.2	ANÁLISE	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
5.1	RESGATE DOS ELEMENTOS DA PESQUISA	41
5.2	RESPOSTAS AO PROBLEMA DA PESQUISA	45
5.3	LIMITES DA PESQUISA.....	46
5.4	PROPOSIÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	47
	REFERÊNCIAS	48
	ANEXO A – NEUROANATOMIA.....	59
	APÊNDICE A – INTITUTO SALK.....	61
	APÊNDICE B – BIOFILIA.....	65
	APÊNDICE C – PESOS E PORCENTAGENS PARA AFERIR A NEUROARQUITETURA.	67
	APÊNDICE D – CORES E SENSações	68
	APÊNDICE E – KINGS DALE FOUNDATION SCHOOL	70

INTRODUÇÃO

O presente estudo corresponde ao trabalho de curso de arquitetura e urbanismo, desenvolvido através do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (CAUFAG), tendo como assunto a neuroarquitetura, e como tema, um estudo de caso acerca da aplicação da neuroarquitetura em instituições de ensino brasileiras.

Apresenta-se a intenção de abordar uma temática emergente entre arquitetos e estudantes do meio acadêmico que se demonstra capaz de auxiliar na concepção de projetos mais confortáveis, saudáveis, inclusive, mais estimulantes para seus usuários. Considera-se que a aplicação desse conjunto de conhecimentos tenha potencial para auxiliar na humanização de espaços e seja fator complementar para o conforto físico-cognitivo dos indivíduos que vivenciam a arquitetura.

Estabeleceu-se como problema de pesquisa o questionamento: É possível conferir a aplicação da neuroarquitetura em obras brasileiras? Sendo que, supõe-se que seja possível, sim, conferir a aplicação da neuroarquitetura no Brasil utilizando-se de parâmetros para análise espacial, em sua conferência, que considerem o nível e a qualidade da iluminação de salas de aula, a conformação do espaço e parâmetros, e as reações psicológicas, fisiológicas e neurológicas dos indivíduos que fazem uso desse meio.

Objetiva-se, de maneira geral, conferir a aplicação do tema em obras arquitetônicas brasileiras, isto é, em escolas de ensino fundamental e/ou médio, e de maneira específica: a) embasar o que é neuroarquitetura; b) embasar a relação da arquitetura com a neurociência; c) estabelecer parâmetros para a constatação da aplicação da neuroarquitetura em instituições de ensino; d) apresentar correlatos de neuroarquitetura aplicada à educação; e) conferir se há a aplicação da neuroarquitetura em obras brasileiras voltadas à educação; f) concluir o presente estudo de maneira a validar ou falsear a hipótese.

Sendo que o marco teórico “Damos forma aos nossos edifícios e depois eles nos formam”¹ (CHURCHILL, 1943, coluna 403, tradução nossa), fornece embasamento para o desenvolvimento deste estudo.

¹ Frase original: “*We shape our buildings and afterwards our buildings shape us*”. Esta foi pronunciada em 28 de outubro 1943, enquanto Winston Churchill argumentava pela reconstrução da Casa dos Comuns com suas características originais, pois segundo o mesmo, eram essas distinções arquitetônicas que delimitaram o desenvolvimento da política do Reino Unido.

Por fim, para a formulação do trabalho, utiliza-se da dialética a qual, segundo Diniz e Silva (2008, p. 16-17), corresponde ao método que define o mundo como um conjunto de “processos” onde “as coisas não podem ser analisadas na qualidade de objetos fixos, mas em contínuo movimento”, ou desenvolvimento, sendo que “todos os aspectos da realidade material” seja ela natural ou social, “prendem-se por laços necessários e recíprocos que estão em movimento contínuo de negação entre as partes que o compõem”.

Para a coleta de resultados e geração dos dados, utiliza-se a fenomenologia, método filosófico-científico que corresponde ao “estudo dos fenômenos, daquilo que aparece à consciência, daquilo que é dado, buscando explorá-lo” (SILVA; LOPES; DINIZ, 2008, p. 255), isto é, ao que relaciona a experiencição de espaços e sentimentos, utilizado há muito por teóricos da arquitetura. Segundo Martau (2009, p. 34), o método fenomenológico não se enquadra como dedutivo, nem indutivo, entretanto, sua preocupação consiste na descrição direta da experiência tal como ela é.

No primeiro capítulo são abordados conceitos relativos aos pilares da arquitetura e ao surgimento de disciplinas que se associam à compreensão do que é espaço e qual é sua influência sobre as pessoas. Aborda-se a neuroarquitetura, a relação da neurociência com nossa percepção, atenção, memória e aprendizado e, por fim, apresenta-se parâmetros de reconhecimento da aplicação da neuroarquitetura em instituições de ensino².

No segundo capítulo, há a apresentação do correlato: *Kingsdale Foundation School* (KFS), em Londres (Reino Unido), com suas subseqüentes avaliações segundo os parâmetros apresentados no capítulo anterior, enquanto que no terceiro capítulo do trabalho acontece a exposição de obras brasileiras que apresentem conformidade com os princípios da neuroarquitetura. Tal exposição acontece em dois níveis: nacional – caso da St. Nicholas School, Santana de Parnaíba/SP – e, estadual – Colégio Positivo Internacional, Curitiba/PR.

O quarto capítulo fornece a análise de informações e dados colhidos na pesquisa, enquanto o quinto e último capítulo, busca resgatar os aspectos anteriores respondendo ao problema de maneira que a hipótese seja validada ou falseada.

² São: 1) Conforto lumínico, avaliado, primeiramente, pela iluminação natural por meio da transparência, cor e dimensões de esquadrias, e a iluminação artificial em salas de aula e/ou espaços complementares ao ensino (como laboratórios, quadras esportivas, etc.) a partir da sua temperatura e disposição no ambiente; 2) Conforto acústico, analisando a qualidade acústica da edificação e sua relação com o entorno (se, por exemplo, a edificação localiza-se em uma região poluída sonoramente e como a mesma soluciona este problema); 3) Como ocorre o “estar” e a circulação de pessoas a partir da conformação do espaço (metragem quadrada, altura do pé direito, geometria, presença e disposição de obstáculos, e amplitude do campo visual); 4) aplicação e uso de cores, segundo seus efeitos psicológicos e físicos; 5) o desempenho escolar, a partir de métricas locais de verificação da qualidade espacial, de ensino, etc. Nota da autora.

1 FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DIRECIONADAS AO TEMA DA PESQUISA

Este capítulo objetiva a abordagem da relação teórica entre o tema e os quatro pilares essenciais para a formação do arquiteto urbanista e, por conseguinte, a devida contextualização e conceituação dos aspectos centrais e relativos à neuroarquitetura, neurociência e a determinação de parâmetros espaciais para a verificação da mesma em instituições de ensino de nível fundamental e médio.

1.1. O ESPAÇO: ESSÊNCIA DA ARQUITETURA

A arte se revela uma poderosa ferramenta para atingir nossos sentidos e tocar nossas emoções. Pintores e escultores, por exemplo, exercem tal influência com o uso de conformações, alteração de relações proporcionais ou padrões, manipulação da luz e das cores. (ROTH, 2017, p. 45). Entretanto, a pintura se limita ao uso de duas dimensões, apesar de sua capacidade de representar três, ou até quatro dimensões, e a escultura, apesar de tridimensional, é contemplativa, não permitindo que o ser humano usufrua de suas formas (ZEVI, 2002, p. 17).

Logo, diferentemente de qualquer outra arte, somente a arquitetura visa incluir o homem (ZEVI, 2002, p. 17) e promover a modelagem do espaço qual este percorre ou permanece (ROTH, 2017, p. 45). Desta maneira, apesar de a produção arquitetural também ser “uma empreitada conceitual”, não se pode resumi-la em uma atividade mental, ou puramente lógica e abstrata (FIDALGO, 2014, p. 03), sendo necessária a compreensão de que a representação se diferencia do espaço arquitetônico (ZEVI, 2002, p. 18) porque a arquitetura “implica espelhar a experiência vivida” e depende necessariamente da dimensão prática para possuir relevância ou valor (FIDALGO, 2014, p. 03).

Todavia, a arquitetura se voltou para uma abordagem que objetivamente considera o espaço como seu protagonista somente após o surgimento de disciplinas como a psicanálise (século XIX) e a proxêmica³ (século XX). Auguste Perret⁴, foi quem primeiro explicitou este objeto de estudo da arquitetura no século XIX, porque definiu-a como “a arte de organizar espaços” (COELHO NETTO, 2002, p. 11-12).

³ Estudo que correlaciona a cultura dos indivíduos e o uso que estes fazem de seu espaço” (HALL, 2005, p. 01).

⁴ Um dos mais importantes arquitetos do século XX e precursor do uso de estruturas de concreto armado na arquitetura (Exposição “Abrindo Arquivos: o arquiteto Auguste Perret e o projeto para o Museu da FAAP”, 2018, s.p.).

Bruno Zevi (2002, p. 24 - 25) considerou como conceituações mais assertivas para “o que é arquitetura”, aquelas que levam em consideração o espaço interior, sendo assim, a partir de seu espaço interior, a bela arquitetura se demonstraria capaz de “atrair, elevar ou subjugar espiritualmente”, e uma “arquitetura feia”, com este mesmo espaço, geraria aborrecimento e desconforto. Logo, para o autor, a interpretação espacial do interior da arquitetura seria “suficiente” como métrica crítica para avaliar a qualidade da obra arquitetônica.

Coelho Netto (2002, p. 12) expõe sua crítica em relação às definições anteriores, e comenta “mais que organizar espaços, a arquitetura os concebe como a expressão artística de mais fácil acesso para às grandes massas e considera o espaço uma maneira genérica de expressão com capacidade real de informar as pessoas” .

Entretanto, o que é espaço? O espaço desempenha um papel em todo comportamento humano. Ele abrange a vida cotidiana, os locais percorridos, explorados, e defendidos pelos indivíduos. É demasiadamente fácil identificar alguns trechos dele: uma sala, um trecho visível do céu, o espaço entre dois dedos, etc. No entanto, além dessa identificação ostensiva, achamos extraordinariamente difícil lidar com o espaço (O'KEEFE; NADEL, 1978, p. 5-6, tradução nossa)⁵. O “espaço” comporta em si definições e subdivisões pertinentes, que se iniciam a partir do espaço físico, isto é, aquele possível de ser computado facilmente em metros quadrados, cúbicos ou qualquer outra unidade de medida. Existe, porém, o espaço que pode ser percebido ou visto, chamado de perceptual, que é muito variável, impossível de quantificar e intrínseco às características do edifício. Acerca deste espaço, pode-se fornecer o exemplo de um edifício com paredes de vidro, o qual possui um espaço perceptual ampliado pela sua convergência com a paisagem. Muito relacionado a este, está o espaço conceitual, definido como o mapa mental contido na memória daqueles que se utilizam da obra arquitetônica. Percebe-se bem o espaço conceitual em edifícios que apresentam para seus usuários ou transeuntes uma locomoção fácil e intuitiva (ROTH, 2017, p. 45).

Há o espaço comportamental, que define o que de fato pode ser utilizado pelos indivíduos e por onde deve ocorrer sua locomoção. Neste sentido, a arquitetura determina o comportamento de uma maneira poderosa. Toma-se como exemplo a reconstrução do parlamento inglês, após a Segunda Guerra Mundial, a qual, ocorreu conforme suas características originais, para que fosse preservada a maneira como a política inglesa se

⁵ Texto original: “Space plays a role in all our behaviour. We live in it, move through it, explore it, defend it. We find it easy enough to point to bits of it: the room, the mantle of the heavens, the gap between two fingers, the place left behind when the piano finally gets moved. Yet, beyond this ostensive identification we find it extraordinarily difficult to come to grips with space” (O'KEEFE; NADEL, 1978, p. 5-6).

desenvolvia naquele espaço (ROTH, 2017, p. 48). Pode-se afirmar, então, que a relação existente entre o ser humano e sua dimensão comportamental e/ou cultural é tamanha que ocorre entre esses fatores um modelamento mútuo.

Tem-se o espaço direcional, caracterizado por gerar determinação ou sugestão de comportamentos ocasionados por padrões provindos de sua própria configuração, independentemente da existência de barreiras físicas ou empecilhos. O não direcional, ao contrário, não estabelece percurso predominante, oferecendo liberdade ou grande variabilidade de trajetos para seu usuário e transeuntes (ROTH, 2017, p. 51).

Por fim, há o espaço pessoal, o qual é a distância que membros da mesma espécie estabelecem entre si para encontrarem-se confortáveis em um meio. Para o ser humano, o espaço pessoal é uma variável ligada à sua cultura. Todavia, apesar deste conceito estar além da arquitetura, também pode ser aplicado para projetar visando maior conforto e segurança (ROTH, 2017, p. 54).

1.2 ORIGENS E DEFINIÇÕES DE NEUROARQUITETURA

Vitruvius, no século I a.C., já determinara entre os elementos centrais da arquitetura o “deleite” ou *venustas*. Isto é, não provém da atualidade a afirmação de que a arquitetura é capaz de envolver a todos sentidos humanos ou a demonstração da maneira qual esse estímulo ocorre ser fator determinante para a ocorrência do prazer e/ou conforto (ROTH, 2017, p. 57).

Contudo, uma investigação mais aprofundada da percepção do espaço e seus padrões pelo homem começou a ser explorada apenas a partir da escola alemã de psicologia Gestalt, a qual procurou compreender como o uso das formas era apreendido por seus observadores (ROTH, 2017, p. 57-59).

Observa-se, assim, a aplicação da psicologia ambiental ou psicologia do espaço, disciplina dedicada “ao estudo do comportamento humano em suas interrelações com os ambientes naturais e construídos”. Tal campo de estudo analisa características espaciais e como estas são aprendidas pelo subconsciente, a partir das diferentes emoções e sensações que geram no ser humano, estas, correspondem às respostas espontâneas do nosso cérebro às informações contidas nos ambientes (PEDERSEN, 2018, s.p.; HARROUK, 2020, s.p.). A atuação da psicologia ambiental e comportamental, repercutiu positivamente para que houvesse, inclusive, o avanço da neurociência (KANDEL; SCHWARTZ; JESSEL, 1985, s.p.) e consequentemente, uma outra frente de estudos ainda mais aprofundada sobre a mesma relação homem-espaço.

Na perspectiva da neurociência, o problema corresponde à descrição das propriedades desses diferentes sistemas espaciais, identificando-os com áreas específicas do cérebro e descrevendo as interações entre eles⁶ (O'KEEFE; NADEL, 1978, p. 5-6, tradução nossa). Ademais, nas últimas décadas, impulsionado pelo avanço científico e tecnológico intitulado de Convergência Tecnológica (CAVALHEIRO, 2007, s.p.), houve aumento no interesse em Design Baseado em Evidências (originalmente chamado de *Evidence-Based Design*, ou EBD), [...] um novo campo de estudo em que a influência do design do ambiente no indivíduo é investigada. Diferentes campos científicos são usados para isso, como psicologia, arquitetura, neurociência e economia (FRANCH; CAMACHO, 2016, p. 237, tradução nossa)⁷.

Por fim, tem-se a “neuroarquitetura”, uma ciência especializada na relação homem-ambiente e sua influência direta em padrões mais primitivos de funcionamento do cérebro (PAIVA, 2019a, s.p.). Trata-se de um campo científico que indaga sobre qual efeito específico os espaços têm sobre o estresse, os hormônios e o tipo de pensamentos que estes geram⁸ (PUNSET s.d. *apud* MONEO, s.d., p. 46, tradução nossa).

Como exemplo do que é a neuroarquitetura e como ela explica o efeito da arquitetura sobre o homem, tem-se a fala de John Paul Eberhard (2006, s.p.):

Se você adentra a Catedral em Amiens [ver figura 1] ao entardecer enquanto um órgão está tocando e você acha que seu “coração palpita”, é porque seu cérebro — não seu coração — encheu você de admiração. Células do seu cérebro estão alimentando-se de um fluxo sanguíneo repentinamente aumentado, elevando sua temperatura, acelerando seu pulso cardíaco e enchendo-lhe de memórias. A inundação de luz que transpassa os vitrais está estimulando a área V4 do seu córtex cerebral. A música de Bach está vibrando dentro da cóclea do ouvido interno e enviando sinais para o córtex auditivo. Os cheiros a mofo dos séculos passados se registram inconscientemente nos neurônios olfativos da ponte do nariz. Você está experimentando arquitetura⁹ (EBERHARD, 2006, s.p., tradução nossa).

⁶ Texto original: “The problem then for the neuroscientist becomes one of describing the properties of these different spatial systems, identifying them with specific areas of the brain, and describing the interactions amongst them” (O'KEEFE; NADEL, 1978, p. 5-6).

⁷ Texto original: “En las últimas décadas se ha incrementado el interés en el Evidence-Based Design (EBD), se trata de un campo de estudio novedoso en el que se investiga la influencia del diseño del entorno en el individuo. Para ello se utilizan diferentes ámbitos científicos como es la psicología, la arquitectura, la neurociencia y la economía” (FRANCH; CAMACHO, 2016, p. 237).

⁸ Texto original: “Se trata de ir un paso más allá e indagar sobre qué efecto específico tienen los espacios sobre el estrés, las hormonas y el tipo de pensamientos que generamos” (PUNSET, s.d., *apud* MONEO, s.d., p. 46).

⁹ Texto original: “If you enter the Cathedral in Amiens at twilight while an organ is playing and find that your “heart skips a beat,” it’s because your brain— not your heart—has filled you with awe. Cells in your brain are gorging themselves with a sudden flush of blood, raising your temperature, quickening your pulse, and flooding you with memories. Light flooding through stained glass windows is stimulating the V4 area of your visual cortex. Bach’s music is vibrating within the cochlea of your inner ear and sending signals to the auditory cortex. The musty smells of centuries past register unconsciously on the olfactory neurons at the bridge of your nose. You are experiencing architecture” (EBERHART, 2006, s.p.).

Figura 2 – Catedral de Amiens (França).



Fonte: Mega construcciones.net, s.d

Figura 1 – Detalhes da fachada da



Fonte: © isogood, 2018.

“A neuroarquitetura [...] através da neurociência busca entender como o espaço pode influenciar na saúde mental, incluindo na saúde física das pessoas¹⁰” (SOLÍS; HERRERA, 2017, p. 41, tradução nossa). E o objetivo dessa ciência consiste em fornecer embasamento teórico para a aplicação ou formulação de “uma modelagem adequada de parâmetros espaciais (luz, ventilação, dimensões e conforto acústico),” a qual, “torna possível auxiliar a ocorrência de determinadas situações (como: concentração e maior produtividade) (LOZANO, 2019, p. 56, tradução nossa).

Ilustrando o argumento acima, há recorrentemente a citação de Jonas Salk¹¹ na literatura associada à neuroarquitetura em função deste cientista atribuir grande influência ao espaço e arquitetura que o rodeava para o desenvolvimento de seu trabalho: a vacina para poliomielite. Posteriormente, em função do exposto reconhecimento da importância do espaço para o desenvolvimento de suas atribuições, Salk incumbiu à Louis Kahn o projeto do Instituto Salk

¹⁰ Texto original: “*La neuroarquitectura, disciplina emergente, que a través de la neurociencia busca entender como el espacio puede influenciar en la salud mental e incluso en la salud física de las personas. Por consiguiente, es necesario hacer una ubicación teórica de dicha disciplina*” (SOLÍS; HERRERA, 2017, p. 41)

¹¹ Jonas Edward Salk (28/10/1914 – 23/06/1995, figura XX, apêndice A), o mais velho de três filhos de imigrantes judeus-russos Daniel e Dora Salk. Foi o primeiro membro de sua família a frequentar a faculdade, e se formou em medicina pela Escola de Medicina da Universidade de Nova York em 1939, tornando-se médico pesquisador no Hospital Mount Sinai. Em 1942, Salk foi para a Universidade de Michigan com uma bolsa de pesquisa para desenvolver uma vacina contra a Influenza. Ele logo avançou para o cargo de professor assistente de epidemiologia. Ele também se reaproximou de seu amigo e mentor da Universidade de Nova York, Thomas Francis Jr., chefe do departamento de epidemiologia da Escola de Saúde Pública de Michigan, que lhe ensinou a metodologia para o desenvolvimento de vacinas. Em 1947, Salk foi nomeado diretor do Laboratório de Pesquisa de Vírus da Escola de Medicina da Universidade de Pittsburgh. Com financiamento da *National Foundation for Infantile Paralysis* – agora conhecida como *March of Dimes Birth Defects Foundation* – ele começou a desenvolver técnicas que levariam a uma vacina para eliminar a doença mais assustadora da época: a poliomielite paralítica. Ao contrário da opinião científica predominante na época, Salk acreditava que sua vacina, composta de vírus “morto” da pólio, poderia imunizar sem risco de infectar o paciente. Salk administrou a vacina a voluntários que não haviam contraído poliomielite, incluindo ele mesmo, seu cientista de laboratório, sua esposa e seus filhos. Todos desenvolveram anticorpos contra a pólio e não apresentaram reações negativas à vacina. Em 1954, o teste nacional começou em um milhão de crianças, com idades entre seis e nove, que se tornaram conhecidos como os Pioneiros da Pólio. Em 12 de abril de 1955, foi anunciado: a vacina era segura e eficaz. Nos dois anos anteriores à vacina estar amplamente disponível, o número médio de casos de poliomielite nos EUA era de mais de 45.000. Em 1962, esse número caiu para 910. Salk nunca patenteou a vacina ou ganhou dinheiro com sua descoberta, preferindo que fosse distribuída o mais amplamente possível (SALK INSTITUTE, 2020, s.p., tradução nossa).

(figuras 16 à 22, anexo C), um local que, em 1965, teria o papel de reproduzir para Salk a “atmosfera¹²” estimulante e inspiradora, semelhante àquela que o mesmo teria usufruído em Assis (Itália), quando trabalhava no desenvolvimento da vacina (EBERHARD, 2009, s.p.; ANTHES, 2009, p. 34; WALDREP, 2010, p. 91; OLIVEIRA, 2012, p. 4-5; GARCÍA, 2019, p. 08). Entretanto, a neuroarquitetura não se reduz em estratégias projetuais voltadas para, somente, pesquisadores laureados, ela se demonstra uma área abrangente, voltada para o:

[...] atendimento às exigências psicológicas e, principalmente, fisiológicas, não contempladas nas normas técnicas, que via de regra demoram a ser revistas e atualizadas com a incorporação de novos conhecimentos e que estão ainda quase que exclusivamente limitadas aos aspectos relacionados à eficiência energética (MARTAU, 2009, p. 28).

No final da década de 1990, sugeriu-se no meio científico que o cérebro humano pode desenvolver a capacidade de gerar novas células neuronais, as mesmas poderiam apresentar maior facilidade de multiplicação se o indivíduo convivesse com ambientes mais estimulantes, reforçando a ideia de que mudanças no ambiente modificam o comportamento neural no cérebro (GAGE *et al*, 1998, s.p., tradução nossa)¹³.

Um comportamento semelhante ao descrito foi testado com sucesso em experimentos com roedores, nos quais a taxa de produção de novas células neuronais foi maior nos casos em que os roedores foram expostos a ambientes “enriquecidos” em comparação com as ninhadas alojadas em gaiolas padrão (KEMPERMANN; KUHN; GAGE, 1997, *apud* ORELLANA-ALVEAR *et al*, 2017, p. 113, tradução nossa).

Entre outras pesquisas, tem-se a desenvolvida na universidade de Minnesota, em 2017, e liderada por John Mayers-Levy. A qual reportou que altura do pé direito de uma edificação

¹² Termo que se refere a percepção espacial que comove, impacta ou cria um clima de efeitos efêmeros e intangíveis capazes de envolver um indivíduo um determinado lugar (NEVES, 2018, 6'55").

¹³ Texto original: “Gage (1998) sugirió que el cerebro humano puede desarrollar la capacidad de generar nuevas células neuronales, las mismas que podrían tener mayor facilidad de multiplicación si el individuo convive con entornos más estimulantes, reforzando así la idea de que los cambios en el entorno modifican el comportamiento neuronal en el cerebro. Similar conducta a la descrita fue probada de forma exitosa en experimentos realizados con roedores, donde efectivamente el índice de producción de nuevas células neuronales fue mayor en aquellos casos donde se expuso a roedores a entornos enriquecido en comparación con camadas alojados en jaulas estándar (KEMPERMANN; KUHN; GAGE, 1997 *apud* ORELLANA-AVEAR). Otros estudios demostraron que espacios percibidos como más agradables o confortables y que se relacionan con la relajación y disfrute permiten que el cerebro genere más oxitocina y serotonina, de este precedente (ZEISEL; EBERHARD, 2006 *apud* ORELLANA-AVEAR) reflexionó acerca de los espacios indicando que “el diseño que llevamos por años aplicando a nuestros hogares, escuelas, hospitales o residencias para la tercera edad, han sido castigadas por la falta de espacio y la negación de la necesidad de cualquier elemento de belleza formal que pueda ayudar a las personas que habitan a sentirse mejor, por lo que se debería ser pragmáticos, incorporando elementos arquitectónicos de los espacios públicos y privados a la relación en que los mismos afectan los ánimos y forma de pensar de sus moradores” (ORELLANA-ALVEAR *et al*, 2017, p. 113).

afetava como as pessoas pensavam¹⁴ (ANTHES, 2009, p. 34, tradução nossa). Isto é, que a conformação do espaço tridimensional poderia influir no foco e na criatividade das pessoas.

Inclusive, estudos mostraram que os espaços percebidos como mais agradáveis ou confortáveis e relacionados ao relaxamento e prazer permitem ao cérebro gerar mais ocitocina e serotonina, a partir desse precedente (ZEISEL; EBERHARD, 2006 *apud* ORELLANA-ALVEAR *et al*, 2017, p. 113, tradução nossa) refletidos nos espaços, indicando que “o design aplicado há anos em nossos lares, escolas, hospitais ou residências para idosos, é punitivo pela falta de espaço e pela negação da necessidade de qualquer elemento de beleza formal que possa ajudar as pessoas a se sentirem melhor”.

1.3 PRINCÍPIOS DA NEUROCIÊNCIA: ANATOMIA E FUNÇÕES DO ENCÉFALO

Todos os órgãos do sentido funcionam de modo a captar os estímulos do ambiente. Tais estímulos geram informações que serão processadas somente no encéfalo (ver figura 11, anexo B) – conjunto de estruturas do sistema nervoso, compostas por cérebro, tronco encefálico e cerebelo. Destas, o cérebro corresponde a mais de 80% dos tecidos do encefálicos (COLEÇÕES ABRIL, 2008, p. 19; FRANCO; MENDONÇA, s.d., p. 04) e é formado por unidades individuais – as células nervosas (também nomeadas de neurônios¹⁵) e as células da glia (KENDAL *et al*, 1985, s.p.). Este órgão compõe-se de duas substâncias: a cinzenta – que é o córtex – composta por células nervosas e dendritos, estando predominantemente localizada externamente, isto é, recobrimdo toda a superfície, possuindo profundidade aproximada em 4 à 5 cm; e a sustância branca, que constitui os núcleos, formada principalmente por fibras nervosas (COLEÇÕES ABRIL, 2008, p. 19; FRANCO; MENDONÇA, s.d., p. 04).

¹⁴ Texto original: *In 2007 Joan Meyers-Levy, a professor of marketing at the University of Minnesota, reported that the height of a room's ceiling affects how people think. She randomly assigned 100 people to a room with either an eight- or 10-foot ceiling and asked participants to group sports from a 10-item list into categories of their own choice. The people who completed the task in the room with taller ceilings came up with more abstract categories, such as "challenging" sports or sports they would like to play, than did those in rooms with shorter ceilings, who offered more concrete groupings such as the number of participants on a team. "Ceiling height affects the way you process information," Meyers-Levy says. "You're focusing on the specific details in the lower-ceiling condition"* (ANTHES, p. 35, 2009).

¹⁵ Ressalta-se que os primeiros neurônios surgiram na superfície externa dos organismos, tendo como função essencial relacionar o animal com seu ambiente e que todos os neurônios existentes no sistema nervoso humano, mesmo recebendo diferentes nomenclaturas para suas diferentes localizações no sistema nervoso central, são possíveis de classificar, em uma análise geral, em três tipos fundamentais de neurônios (figura 12, disponível no anexo B): neurônios sensitivos, responsáveis por levar ao sistema nervoso central informações sobre mudanças no meio externo; neurônios motores, responsáveis por conduzir o impulso nervoso aos músculos ou glândulas. E por fim, neurônios de associação, que fornecem um considerável aumento de sinapses possíveis e são responsáveis por maior complexidade do SN permitindo a realização de padrões de comportamento cada vez mais elaborados. São estes tipos de neurônios de associação que constituem maior parte das células existentes no SNC de vertebrados (MACHADO, 2004, p. 4-6).

O córtex apresenta subdivisões que se relacionam à sua localização e ao desempenho de funções específicas. Por exemplo, há regiões corticais pertinentes para o aprendizado, fala, cognição, e até que se ativam ao haver deslocamento do indivíduo no espaço que o rodeia. Destas regiões, destacam-se o córtex pré-frontal e o entorrinal. O Córtex pré frontal (CPR) atua como base de processos cognitivos complexos, isto é, raciocínio, controle emocional, (SERUCA, 2013, p. 01), cognição social (BUTMAN, ALLEGRI, 2001, s.p.) e também, influencia na personalidade, sendo, inclusive, uma área que oferece suporte para as funções executivas¹⁶ (SERUCA, 2013, p. 01), enquanto o Córtex Entorrinal (CE) é a origem da maioria das fibras nervosas do sistema sensitivo e da formação do hipocampo (PUC-RIO, s.d., s.p.), sendo a região cortical identificada como responsável por formar um sistema de posicionamento espacial, que permite ao ser humano sua orientação no espaço (O GLOBO, 2014, s.p.).

Em relação ao CE e ao hipocampo: a partir da realização de pesquisas com ratos, descobriu-se que vários neurônios da região Corno de Amon 1 (CA1) do hipocampo (figura 13, anexo B) entram brevemente em atividade quando o animal assumiu diferentes posições no espaço. (O'KEEFE; DOSTROVSKY *apud* KANDEL, 2014, tradução nossa)¹⁷. Os neurônios que se ativaram com a movimentação do animal foram chamados de *place cells* e o local que aciona a atividade de cada célula é seu *place field* (O'KEEFE; DOSTROVSKY *apud* KANDEL, 2014, tradução nossa).

Por fim, há o sistema límbico¹⁸ que também desempenha um importante papel para o presente estudo. Este sistema, composto pela amígdala, hipocampo, bulbo olfatório (entre outras estruturas apresentadas na figura 14, no anexo B), possibilita duas funções: expressão emocional e formação de memórias (SAPER *et al*, 2003, p. 353).

1.4 CONCEITUAÇÃO DA ATENÇÃO, MEMÓRIA E APRENDIZAGEM

A atenção pode ser definida como uma espécie de filtro de informações e um mecanismo de alerta diante de dados importantes. Além disso, ela permite que o foco e o esforço mental se

¹⁶ “Conjunto de capacidades que participam na adaptação ativa de um organismo ao ambiente, organizam temporalmente o comportamento, linguagem e raciocínio” (SERUCA, 2013, p. 01).

¹⁷ Texto original: “O’Keefe and Dostrovsky discovered that various hippocampal neurons in the CA1 region of a rat’s brain fired briefly when the animal assumed different positions in space. O’Keefe called these neurons ‘place cells’ and the location that triggers the firing of each cell its ‘place field’” (O’KEEFE; DOSTROVSKY *apud* KANDEL, 2014).

¹⁸ Forma um elo entre os centros de consciência superiores no córtex cerebral e o tronco encefálico, que regula os sistemas corporais. A sua descoberta começou através do anatomista James Papez, que tentava localizar no sistema nervoso as bases ligadas a emoção. Papez percebeu que as regiões eram conectadas, formando um circuito” (PUC-RIO, s.d., s.p.).

mantenham em estímulos (internos ou ambientais), excluindo, momentaneamente, outros distratores irrelevantes (INTEF, 2016 *apud* SÓLIS, 2017, p. 15, tradução nossa)¹⁹.

Enquanto a memória pode ser definida como conjunto de experiências individuais armazenadas no cérebro, possíveis de serem evocadas, sendo que a formação de um conjunto de memórias é denominada de aprendizado, pode-se, então, afirmar que: “Não há memória sem aprendizado, nem há aprendizado sem experiências” (IZQUIERDO, 1989, s.p.).

O aprendizado e a memória são propriedades básicas do sistema nervoso; não existe atividade nervosa que não inclua ou não seja afetada de alguma forma pelo aprendizado e pela memória. Aprendemos a caminhar, pensar, amar, imaginar, criar, fazer atos-motores ou ideativos simples e complexos, etc.; e nossa vida depende de que nos lembremos de tudo isso. (IZQUIERDO, 1989, s.p.).

É pertinente afirmar a diferença entre os diversos tipos de memórias possíveis (IZQUIERDO, 1989, s.p.), apesar da memória poder ser classificada em dois grandes grupos: explícita (ou declarativa) e implícita (ou não-declarativa) (ver figura 15, anexo B) (LOMBROSO, 2004, s.p.). Ademais, é evidente a capacidade de seres vivos adquirirem, armazenarem e evocarem diferentes informações apreendidas a partir de diferentes “áreas ou subsistemas cerebrais²⁰”, até porque a memorização e o aprendizado não se demonstram funções exclusivas de uma região cerebral única, ou seja, cada área atua distintamente para a ocorrência de diferentes tipos de aprendizados e memórias, pois cada via nervosa²¹ possui diferenças substanciais em seus neurotransmissores²² e em seus efeitos biofísicos (IZQUIERDO, 1989, s.p.). Entretanto, o hipocampo demonstra-se necessário para a geração de memórias explícitas, ao passo que outras regiões do cérebro, como o corpo estriado e a amígdala, são associados à formação das memórias implícitas (LOMBROSO, 2004, s.p.).

¹⁹ Texto original: *La atención es una especie de filtro de la información y un mecanismo de alerta ante los datos importantes. Además, nos permite focalizar y mantener el esfuerzo mental en determinados estímulos (internos o ambientales), excluyendo otros distractores irrelevantes en ese momento* (INTEF, 2016 *apud* ELIZONDO SÓLIS, 2017, p. 15).

²⁰ Os quais são determinados por seu tipo de neurônio, ou seja, os sistemas dividem-se fundamentalmente em três tipos: sensoriais, motores e associativos.

²¹ Por exemplo, usa-se a via auditiva para o aprendizado musical, porém, não para reconhecer faces ou objetos; usa-se o sistema-motor para aprender a dançar, dirigir, mas não para reconhecer aromas e odores (IZQUIERDO, 1989, s.p.).

²² Neurotransmissores são biomoléculas, isto é, substâncias liberadas durante sinapse capazes de afetar posteriormente, ou uma outra célula, ou órgão, de modo transitório (SCHWARTZ, 2003, p. 280-281).

Inclusive²³, esclareceu-se que funções mentais mais complexas necessitam que haja integração de informações em várias áreas do córtex (SAPER *et al*, 2003, p. 349).

Nem todas as memórias são iguais. Existem aquelas que perduram apenas o tempo suficiente para que possamos utilizá-las, mas também existem aquelas que persistem pelo resto de nossas vidas. Há memórias que dizem quem somos, de onde viemos e ajudam a predizer para onde vamos. Também formamos memórias que nos permitem realizar tarefas como, andar de bicicleta ou até escrever no computador este projeto (LIMA, 2009, p. 02).

A memória é imprescindível para a ocorrência do aprendizado, entretanto, deve-se abordar, inclusive, sobre a relevância das emoções²⁴ nesse processo de memorização e aprendizagem.

O ser humano sente-se feliz, triste, amedrontado, ansioso, surpreso, satisfeito, interessado, envergonhado, culpado, raivoso, alegre. Mas o que faz com que nos sintamos dessa forma? Como essas emoções afetam nosso ser? Que estímulos nos fazem sentir essa ou aquela emoção? Qual a relação dos sentidos com a emoção? Mas então o que é emoção? [...] A palavra emoção deriva do latim *movere*, [...] pôr em movimento. É essencial compreender que a emoção é um movimento de dentro para fora, um modo de comunicar os nossos mais importantes estados e necessidades internas (DORNELES, 2014, p. 15).

Segundo Dorneles (2014, p. 15) e Fonseca (2016, s.p.) as emoções tem função informativa acerca dos estímulos exteriores e interiores do organismo, e sobre situações-problema, ou seja, as emoções expressam aspectos comportamentais conscientes e inconscientes, e possuem equivalência à expressões, como inteligências interpessoal e emocional, a cognição social, a motivação, entre outros aspectos importantes para a aprendizagem e para interação social. Logo, no processo de aprendizado, as emoções devem ser valorizadas como relevantes e, se expressas, um meio para a promoção de “mediação simbólica do homem com mundo” (CASTRO, 2017, p. 43).

1.5 PARÂMETROS DE RECONHECIMENTO DA NEUROARQUITETURA.

Há o conforto acústico que “se refere aos limites em decibel que precisam ser respeitados para a preservação da saúde auditiva, tornando o ambiente acusticamente adequado e agradável ao indivíduo” e se define como fator essencial para auxiliar a atenção e realização

²³ Destaca-se, também, que a formação de todas memórias implica em alterações nas sinapses, isto é, ou novas conexões entre neurônios devem ser formadas, ou antigas precisam ser fortalecidas. Considera-se, na atualidade, que tais mudanças sejam a base celular subjacente das memórias persistentes (LOMBROSO, 2004, s.p.).

²⁴ É evidente a relação de aprender e emocionar-se, ambas as atividades estão interligadas e geram reações fisiológicas resultantes de alterações neurológicas químicas ou físicas, denotadas por Ruas (s.d., p. 01), pela atividade do cérebro em regiões como córtex pré-frontal, área CA1 do hipocampo (conforme a figura 05, anexo B) e córtex entorrinal, que, conforme Esperidão-Antônio (2007, p. 56), “incluem as atividades mentais relacionadas à aquisição de conhecimento e conectadas ao raciocínio e à memória”.

de atividades intelectuais, pois gera “sensação de bem-estar, de tranquilidade emocional” denotada “pela ausência de sons indesejados ou pela realização de atividades acústicas que não incomodem a si nem aos outros” (SANTOS; SELIGMAN; TOCHETTO, 2012, p. 254).

A acústica de edifícios vem contribuir para a crescente melhoria da qualidade de vida das pessoas fornecendo elementos estipulados como desejáveis para diferentes tipos de edifícios. Os locais destinados à instrução, educação ou aprendizagem devem ser projetados de uma forma especial, aliada à funcionalidade de todas as componentes do espaço. O conforto visual, térmico e acústico [...] devem obedecer a requisitos mínimos disponíveis em vários estudos, para que a escola dê uso ao nome grego “*scholé*” – local de lazer, onde a aprendizagem e o conhecimento se criam e desenvolvem (ANDRADE, 2019, p. 01).

Segundo estudo efetuado em Londres com crianças entre 7 e 11 anos de idade, as fontes de ruído externo pontuais são mais prejudiciais para crianças, gerando distração e, até mesmo, “insucesso escolar”. Inclusive, concluiu-se que a leitura é a atividade escolar mais influenciada pelo ruído, comparando-a com a matemática e a escrita (SHIELD; DOCKREL, 2008, p.).

Para *Academy of Neuroscience for Architecture* (ANFA, s.d., s.p. *apud* CAMARGO, 2019, p. 10 – 11, tradução nossa) três fatores são tidos como fundamentais para a concepção de espaços melhores, que levam em consideração a neuroarquitetura: O primeiro é a continuidade do espaço-tempo. Dentro do nosso cérebro, especificamente na região do hipocampo, existem certos neurônios que reagem quando as pessoas estão em um local ou espaço específico, esses neurônios auxiliam na promoção de uma ideia ou experiência espacial. O segundo fator chave é o impacto da arquitetura na percepção espacial. Arquitetos ou designers devem ser sensíveis ao projetar espaços, porque qualquer elemento pode causar algum problema para outro, como no caso do design de espaços para pessoas com problemas psiquiátricos, onde algum elemento difícil de identificar pode causar extravio, estresse, desconforto ou nervosismo (CAMARGO, 2019, p. 10 - 11, tradução nossa).

Como último fator-chave, tem-se a iluminação.

[...] É consenso entre arquitetos que um bom projeto de luminotécnica agrega tanto valor estético, funcional como ambiental. [...] Saber dimensionar e direcionar cada luminária para sua função, contribui também para a economia de energia elétrica. No que se diz respeito às necessidades das crianças, é fundamental atentar para a quantidade, qualidade e tipo de lâmpada para cada objetivo específico do ambiente: dormir, brincar e aprender (MIGLIANI, 2020, s.p.).

Do ponto de vista fisiológico, a luz natural é vital para o corpo humano, não ter iluminação natural adequada pode causar estados de humor negativos²⁵ (CAMARGO, 2019, p. 10-11, tradução nossa), até porque ela é um fator redutor de estresse (LEATHER *et al*, 1998, p. 741, tradução nossa).

Estudos usando ratos da espécie *Arycanthis niloticus*, cuja hipótese era de que “um maior índice de iluminação seria capaz de gerar mudanças duradouras no cérebro, além do aprimoramento temporário da excitação ou atenção”, comprovou-se, isto é, a padronização do nível de iluminação ambiente pode influenciar a cognição de maneira semelhante à observada em seres humanos, de modo que a luz mais intensa é benéfica sobre a luz fraca para o desempenho cognitivo. Além disso, descobriu-se que a condição de iluminação pode modular o nível de plasticidade estrutural no hipocampo²⁶ (YAN *et al*, 2017, p. 121, tradução nossa).

A luz permite visualizar cores, as quais, relacionam-se intrinsecamente às emoções e geram efeitos semelhantes na maioria dos indivíduos, pois “são vivências comuns que, desde a infância”, enraizaram-se à linguagem e pensamento²⁷ (HELLER, 2013, p. 21). Inclusive, percebeu-se a influência das cores na memória visual de cenas naturais. Notou-se melhoria de 5% a 10% quando mostradas imagens coloridas em comparação a imagens preto e branco, independentemente do tempo de exposição da imagem. Tal melhora ocorreu somente quando imagens coloridas seguiam padrões conhecidos pelos indivíduos (exemplo, céu azul, folhas verdes). Concluiu-se, portanto, que processos de memorização e reconhecimento estão diretamente ligados à habilidade de perceber cores e iluminação (PAIVA, 2019b, s.p.).

²⁵ Texto original: “Existen tres factores claves para crear mejores espacios: El primero, es la continuidad del espacio - tiempo. Dentro de nuestro cerebro, específicamente en la región del hipocampo, están ciertas neuronas que reaccionan cuando las personas se encuentran en un lugar o espacio específico; estas neuronas ayudan a fomentar de manera interna una idea o experiencia espacial del mundo exterior a su persona. El segundo factor clave, es el impacto de la arquitectura en la percepción espacial. Los Arquitectos o diseñadores deben ser sensatos a la hora de diseñar espacios, porque cualquier elemento puede ocasionar algún problema para otro, como en el caso del diseño de espacios para personas con problemas psiquiátricos, en donde algún elemento que les es difícil de identificar puede ocasionar problemas de desubicación, estrés, molestia o nervios. Como último factor clave, tenemos la iluminación. Desde un aspecto fisiológico, la luz natural es de vital importancia para el cuerpo humano; el no contar con una adecuada iluminación natural puede ocasionar estados de ánimo negativos.”

²⁶ Texto original: “[A] work using Nile grass rats (*Arvicanthis niloticus*), a diurnal rodent species, shows an increased number of dopaminergic and serotonergic neurons in animals that had been housed over 4 weeks under daytime bright light (~ 1000 lux) compared to those kept under daytime dim light (~ 50 lux) (DEATS *et al.*, 2015; LEACH *et al.*, 2013). Based on these findings, we hypothesized that long-lasting changes in the brain, beyond temporary enhancement of arousal or attention, are likely to contribute to the superior cognitive performance associated with brighter illumination. [...] We show here that in diurnal Nile grass rats, chronic conditions of ambient lighting can influence cognition in a way similar to that observed in humans, such that bright light is beneficial over dim light for cognitive performance. In addition, we found that lighting condition can modulate the level of hippocampal brain-derived neurotrophic factor (BDNF) expression as well as structural plasticity within the hippocampus”.

²⁷ O resultado obteve por uma pesquisa com cerca de 2 mil pessoas na Alemanha (HELLER, p. 21).

Por fim, nota-se que as “relações estabelecidas entre os seres humanos e a natureza fomentaram alterações significativas na percepção” (ZANATTA et al, 2019, p. 950) e tais relações são explicitadas pelo termo “biofilia²⁸” (STOUHI, 2019, s.p.). O qual compreende reações de maior bem-estar, melhor desempenho e melhor concentração através da incorporação de elementos naturais ao espaço, como a madeira (LEATHER *et al*, 1998, p. 741).

Através desses experimentos sabe-se, objetivamente, que toda experiência [...] é consequência [...] de atividades do cérebro, [...] Isto contribui em grande parte para [...] arquitetos, pois os mesmos passam a se preocupar em correlacionar as atividades humanas em determinado espaço com as reações do cérebro e da mente a este espaço, projetando ambientes que suprem as necessidades não somente físicas dos indivíduos, mas, sobretudo, necessidades psicológicas e emocionais (OLIVEIRA, 2012, p. 02).

Inclusive, evidencia-se que “a relação entre neuroarquitetura e as sensações nos espaços é correlacional e não experimental; correlacional, porque quanto mais atenção é dada para evocar sensações e sentimentos positivos através da luz, volume, cor e paisagem, menor é a deficiência acadêmica e insatisfação do aluno” (CAMARGO, 2019, p. 17, tradução nossa²⁹).

Considerando, portanto, a bibliografia acima, admitem-se seis parâmetros para verificação da neuroarquitetura em Instituições de Ensino (IE) de nível fundamental e/ou médio:

Quadro 01 – Parâmetros de verificação da neuroarquitetura

PARÂMETROS	SÍNTESE DO QUE É AVALIADO
CONFORTO LUMÍNICO	ILUMINAÇÃO NATURAL: ORIENTAÇÃO SOLAR, TRANSPARÊNCIA E DIMENSÕES DE ESQUADRIAS EM SALAS DE AULA E/OU ESPAÇOS COMPLEMENTARES AO ENSINO (LABORATÓRIOS, QUADRAS ESPORTIVAS, ETC.) ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL: TEMPERATURA E DISPOSIÇÃO DOS PONTOS DE ILUMINAÇÃO.
CONFORTO ACÚSTICO	QUALIDADE ACÚSTICA DA EDIFICAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM O ENTORNO (SE, POR EXEMPLO, A EDIFICAÇÃO LOCALIZA-SE EM UMA REGIÃO POLUÍDA SONORAMENTE E COMO ISTO É SOLUCIONADO)
CONFORMAÇÃO ESPACIAL	OCORRÊNCIA DO “ESTAR” E CIRCULAÇÃO DE PESSOAS A PARTIR DA CONFORMAÇÃO ESPACIAL (METRAGEM QUADRADA, ALTURA DO PÉ DIREITO, GEOMETRIA, PRESENÇA E DISPOSIÇÃO DE OBSTÁCULOS, AMPLITUDE DO CAMPO VISUAL)
BIOFILIA	INTEGRAÇÃO DE ELEMENTOS NATURAIS NO PROJETO OU OBRA QUE CONTRIBUAM PARA O BEM-ESTAR DOS USUÁRIOS.
APLICAÇÃO DE CORES	APLICAÇÃO E USO DE CORES NOS ESPAÇOS UTILIZADOS PELOS USUÁRIOS, CONSIDERANDO O VALOR SIMBÓLICO DAS MESMAS E AS REAÇÕES MAIS COMUNS GERADAS POR ELAS
DESEMPENHO ESCOLAR	PERFORMANCE ESCOLAR AFERIDA POR RESULTADOS OBTIDOS POR ALUNOS DOS ESPAÇOS ESTUDADOS EM EXAMES NACIONAIS OU APLICADOS LOCALMENTE.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

²⁸ O qual embora pareça relativamente novo, foi citado pela primeira vez pelo psicólogo Erich Fromm em 1964 e depois popularizado nos anos 1980 pelo biólogo Edward O. Wilson (STOUHI, 2019, s.p.). Ver apêndice B.

²⁹ Texto original: “La relación que hay entre la neuroarquitectura y sensaciones en los espacios es correlacional y no experimental; correlacional debido a que mayor atención se le dé a evocar sensaciones y sentimientos positivos a través de la luz, el volumen, el color y el paisaje, menor es la deficiencia académica y la insatisfacción de los alumnos (CAMARGO, 2019, p. 17).

Os parâmetros, apresentados acima (quadro 01) recebem pesos³⁰ correspondentes a dois fatores: o primeiro é quantitativo, dado através da recorrência de sua citação em obras e publicações compiladas para o desenvolvimento do presente estudo; o segundo é qualitativo, caracterizado pela relevância atribuída a cada item pelos referenciais teóricos utilizados. Por fim, considerando a conferência de cada item admitido, cada estudo de caso apresentado tende a enquadrar-se em alguma das quatro possibilidades distintas, apresentadas no quadro 02.

Quadro 02 – Resultados possíveis.

QUANDO HÁ O ATENDIMENTO ENTRE	0 – 25%	NÃO CORRESPONDE À NEUROARQUITETURA.	LOGO SE CONSIDERA	RUIM
	26 – 50%	HÁ SEMELHANÇA OU APLICAÇÃO PARCIAL DE CONCEITOS E/OU SOLUÇÕES RELACIONADAS À NEUROARQUITETURA.		REGULAR
	51% - 75%	OCORRE APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES PROJETOAIS RELACIONADAS À NEUROARQUITETURA.		BOM
	76 – 100%	OCORRE A APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES PROJETOAIS ACERTIVAS RELACIONADAS À NEUROARQUITETURA.		EXCELENTE

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

1.6 SÍNTESE DO CAPÍTULO

Expôs-se conceituações que promoveram debate sobre o espaço construído e sua relação com a neuroarquitetura, bem como observou-se conceituações acerca da neurociência, tais como: quais órgãos compõem o sistema nervoso (SN), quais regiões, sub-regiões e subsistemas estão ligadas à percepção, memorização, aprendizado e ao comportamento humano e, em seguida, à maneira como ocorrem as respostas aos estímulos providos do espaço arquitetônico. Isto é, tornou-se possível traçar um paralelo entre os conceitos e a complexidade anatômica-funcional do encéfalo diante da arquitetura. Por fim, este capítulo apresentou parâmetros fundamentais para reconhecer a neuroarquitetura.

Quadro 03 – Resumo de conceitos pertinentes

O QUE É:	SÍNTESE DOS CONCEITOS
ESPAÇO	CONFIGURAÇÃO TRIDIMENSIONAL CARACTERIZADA POR POSSUIR ESPAÇO INTERIOR; SE É PASSÁVEL DE PERCORRER, HABITAR, ETC., LOGO, PERMITE E ESTABELECE INTERAÇÃO COM O SER HUMANO (ZEVI, 2002; ROTH, 2017).
NEUROCIÊNCIA	CIÊNCIA QUE ESTUDA O CÉREBRO E BUSCA DESCREVER E EXPLICAR SUAS FUNÇÕES (KANDEL <i>et al</i> , 2003).
NEUROARQUITETURA	CAMPO CIENTÍFICO EMERGENTE QUE ESTUDA, COM AUXÍLIO DA NEUROCIÊNCIA, A INFLUÊNCIA DO ESPAÇO CONSTRUÍDO NO COMPORTAMENTO, EMOÇÕES E DESEMPENHO HUMANO.
ATENÇÃO	ESPÉCIE DE FILTRO DE INFORMAÇÕES QUE PERMITE AO SER HUMANO DESCONSIDERAR MOMENTANEAMENTE ELEMENTOS DISTRATORES (INTEF, 2016 <i>apud</i> SÓLIS, 2017, p. 15, tradução nossa).
MEMÓRIA	CONJUNTO DE EXPERIÊNCIAS INDIVIDUAIS QUE PODEM SER EVOCADAS (IZQUIERDO, 1989), PARA FORMÁ-LAS, HÁ A OCORRÊNCIA DE NOVAS CONEXÕES ENTRE NEURÔNIOS OU FORTALECIMENTO DE CONEXÕES ANTIGAS (LOMBROSO, 2004). EM GERAL, ESTAS FICAM AMARZENADAS NO HIPOCAMPO.
APRENDIZADO	FORMAÇÃO DE UM CONJUNTO DE MEMÓRIAS ACERCA DE EXPERIÊNCIAS VIVIDAS, ESTE PROCESSO ESTÁ INTERLIGADO, INTRINSECAMENTE, ÀS EMOÇÕES HUMANAS.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

³⁰ Os pesos de cada aspecto de verificação e o procedimento para alcançá-los foram descritos no Apêndice C. Nota da autora.

2 CORRELATO: KINGSDALE FOUNDATION SCHOOL, LONDRES, REINO UNIDO.

Neste capítulo, objetiva-se esclarecer como ocorre aplicação da neuroarquitetura em instituições de ensino, havendo, portanto, a apresentação de um correlato que reforma apresenta conformidade com os parâmetros estabelecidos anteriormente. Tal obra é descrita a partir dos tópicos: 1) conforto lumínico; 2) conforto acústico; 3) conformação espacial e sua influência sobre o estar e circulação; 4) biofilia; 5) aplicação de cores nos espaços e, por fim, 6) desempenho escolar.

Este caso, provém da iniciativa chamada de *SchoolWorks* da *Architecture Foundation*³¹, a qual promoveu o questionamento sobre como edifícios de escolas se relacionam com o desempenho escolar e afetam a autoestima, moral e o orgulho da comunidade da escolar, moldando a possibilidade de ensinar um currículo do século XXI.

Kingsdale Foudation School (KFS) é uma escola inglesa privada. Sua reforma ocorreu no ano de 2004 e apresentou soluções de baixo custo para essa instituição governamental, que aproximassem a comunidade escolar ao espaço da escola em si, para tanto, seu projeto incluiu ao longo de um ano a consultoria de profissionais da psicologia (ANTHES, 2009, p. 34; OLIVEIRA, 2012, p. 3-4). O resultado obtido e relatado por alguns autores é de que tal escola é um experimento e/ou exemplo de neuroarquitetura.

Figura 3 – Maquete da Kingsdale School.



Fonte: WAN AWARDS 11, AIB Architecture.

³¹A *School Works* (1998 – 2000) foi um projeto educacional organizado por *The Architecture Foundation* (ARCHITECTURE FOUNDATION, 2012, s.p.).

A seleção desta obra se deu em causa de, primeiramente, ser um correlato premiado cujo projeto formulado há cerca de 16 anos é citado por autores que abordam essa escola como exemplo de neuroarquitetura. Isto é, seu projeto de reforma é datado do ano de 2004 e sua execução se deu em 2006.

Para tanto, essa escola contratou a consultoria de psicólogos para o desenvolvimento do projeto, “a fim de promover a coesão social”. E tal reformulação, incluiu ao espaço da escola elementos que estimulam a criatividade de seus usuários (ANTHES, 2009, p. 34, tradução nossa; OLIVEIRA, 2012, p. 03).

Este projeto reflete [...] um novo tipo de espaço social e educacional. [...]. E explorou o potencial do edifício existente, sobrepondo um novo teto sobre o pátio interno, oferecendo novas instalações para refeições, espaço para montagem e desempenho, melhor circulação e circulação social e “residencial”. [...] Passarelas, pontes e escadas fazem novas conexões de circulação. [...] As intervenções foram desenvolvidas após um processo de consulta de um ano. [...]. A multidão de partes interessadas e a fertilização cruzada de diferentes profissionais se combinaram para criar algumas das características mais especiais do projeto³² (DRMM, s.p., 2004, tradução nossa).

2.1 CONFORTO LUMÍNICO

Nos diversos espaços que compõem este âmbito escolar, a luz é um fator bem aproveitado, sendo “captada” através de *sheds* (figuras 4 e 5), lanternins, átrios, paredes de vidro e janelas que permitem seus estudantes uma amplitude do campo visual direcionado para os pátios internos e externos. A iluminação artificial predominantemente é de temperatura fria e os espaços como a quadra (figura 2 e 3) contam com uma disposição irregular de pontos de iluminação (KINGSDALE FOUNDATION SCHOOL, s.d., s.p.).

³² Texto original: *The Architecture Foundation initiative ‘SchoolWorks’ asked how school buildings relate to school standards and affect the self-esteem, morale and pride of the school community, shaping the possibility of teaching a 21st century curriculum. This is a ground breaking project with a number of firsts, including a new kind of social/education space. The design exploits the potential of the existing building, superimposing Suag a new roof over the internal courtyard, thereby offering new dining facilities, assembly and performance space, improved circulation, and social and house-based activities. Within this largest space ever created in a British school, learning goes beyond the curriculum and includes a music performance and cinema auditorium, a 1,200-student assembly area, and dining facilities cool enough to ‘chill’ in. Aerial walkways, bridge and stairs make new circulation connections. The project was characterized by collaboration – or participation – as we like to call it. [...] Designs were developed following a year-long consultation process. In 2002 dRMM won a M4I Demonstration Award for this process. Professional collaborations included working with Gordon Cowley on the asymmetric geodesic auditorium, while ‘useful art’ by Atelier van Lieshout provided internal ventilation services as large scale sculpture, the ‘Kingsdale Cannon’.” The multitude of stakeholders and the cross-fertilisation of different professionals...have combined to create some of the most special features of the Project’.*

Figura 4 – Quadra esportiva, luz natural.



Fonte: Fourth Door, s.d..

Figura 5 – Iluminação artificial.



Fonte: Fourth Door, s.d..

As salas de aula para alunos com idade de 16 a 18 anos, chamadas de *Sixth Form* (caso das figuras 6 e 7) também contam com janelas que possibilitam que seu espaço seja inundado pela luz natural, tenha ventilação e amplo espaço perceptual.

Figura 6 – Sixth Form³³ I.



Fonte: Visit tour, KFS, s.d.

Figura 7 – Sixth Form II.



Fonte: Visit tour, KFS, s.d.

³³ *Sixth form* é o termo que diz respeito aos últimos dois anos do ensino médio no Reino Unido, normalmente cursados dos 16 aos 18 anos (BRASIL ESCOLA, 2017, s.p.; CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, s.d., s.p.).

Na recepção, nota-se a ausência de pontos de iluminação no teto. Sendo que a solução adotada para garantir melhor iluminação deste ambiente foi a disposição de spots em pilares (KINGSDALE FOUNDATION SCHOOL, s.d., s.p.).

2.2 CONFORTO ACÚSTICO

A implantação já se apresenta de maneira estratégica (figura 8, abaixo), o que, mesmo não estando relacionado à reforma, contribui positivamente para a menor interferência de ruídos sonoros em salas de aula e instalações da escola, portanto verifica-se uma solução que auxilia em um melhor conforto acústico para as instalações escolares.

Figura 8 – Vista aérea da Kingsdale School.



Fonte: Google Maps, 2020.

No interior da edificação, a estrutura geodésica derivada do projeto do escritório dRMM³⁴ é um elemento referencial, capaz de abrigar até 300 pessoas³⁵. Todavia, sua acústica é excelente em decorrência de seu formato e materiais que revestem seu interior.

2.3 CONFORMAÇÃO ESPACIAL E SUA INFLUÊNCIA SOBRE O ESTAR E CIRCULAÇÃO.

O espaço da KFS é descrito como “excelente exemplo de como uma escola pode ser adaptada para o século 21, recuperando o espaço não utilizado e transformando-o em uma

³⁴ dRMM é a sigla para: de Rijke Marsh Morgan Architects.

³⁵ Texto original: “The auditorium has a spectacular view and can accommodate approximately 300 students” (KFS, s.d., s.p.).

aventura para os sentidos, tanto para crianças quanto para adultos” (BACKER, 2004, s.p., tradução nossa)³⁶.

Os ambientes desde a recepção (figuras 9 e 24, anexo D) são amplos e coloridos, havendo ali a configuração de um espaço direcional que convida seu estudante ou visitante a percorrer as prateleiras e paredes, afim de observar objetos e trabalhos expostos naquele espaço, ou, adentrar ao espaço do átrio, o qual é bastante elevado em comparação ao ambiente anterior.

Figura 9 – Recepção I, espaço direcional.



Fonte: Visit tour, KFS, s.d.

Este átrio é uma cobertura translúcida de opacidade variável, feita de etil tetra fluoro etileno (ETFE) (observado nas figuras 10 e 11, abaixo e figura 25, anexo D). Destacam-se o auditório geodésico – composto de uma parede dupla com 1552 painéis de bétula cortados “por computadores”³⁷ (EUMIESAWARD, 2005, s.p., tradução nossa) – e a escada como elementos centrais, facilmente localizáveis e visíveis a partir das passarelas. A estrutura metálica também é visível em toda a extensão deste mesmo átrio e sustenta passarelas derivadas do projeto de 2004 (KINGSDALE FOUNDATION SCHOOL, s.d., s.p.).

Figura 10 – Conformação da circulação no átrio.



Fonte: Architecture Foundation (2012).

Figura 11 – Estrutura geodésica.



Fonte: dRMM (2004).

³⁶ Texto original: “This is a prime example of how a school can be adapted for the 21st century by reclaiming unused space and turning it into an adventure for the senses, for both children and adults” (BACKER, 2004, s.p.).

³⁷ Texto original: “The new auditorium features a double-walled geodesic structure consisting of 1552 computer-cut birch plywood panels” (EUMIESAWARD, 2005, s.p.).

2.4 BIOFILIA

Algumas figuras apresentadas anteriormente auxiliam a visualizar a integração da paisagem aos espaços da KFS: na figura 06, tem-se o entorno arborizado; nas figuras 7 e 8, salas de aula cujas aberturas possibilitam contato com a paisagem. A figura 12 apresenta outra forma de incorporar a natureza ao interior da obra.

Figura 12 – Jardins no interior.



Fonte: dRMM (2004).

2.5 APLICAÇÃO E USO DE CORES

A partir de figuras anteriormente apresentadas, percebe-se que cores aplicadas em ambientes da obra possuem destaque e grande variedade. Sobre tal aplicação: sabe-se que, em geral, cores quentes são favoráveis para atividades ativas, mas não são recomendadas para locais onde concentração ou descanso são necessários, enquanto as cores frias, ao contrário, absorvem luz, acalmam e geram a impressão de distância³⁸ (VITERI, 2017, p. 27, tradução nossa). Em espaços coletivos e amplos, na KFS, há a aplicação de tons de verde (cor fria), amarelo (cor quente). Enquanto em salas de aula, observa-se o uso da cor azul (cor fria).

2.6 DESEMPENHO ESCOLAR

Em 2004, Sharon Wright, na época, diretora administrativa da *School Works*, relatou que o projeto de reforma já apresentava resultados positivos:

Existem espaços flexíveis [...] para o trabalho interativo em grupo que [...] preparam os alunos para o local de trabalho de alta tecnologia. Haverá acesso para a comunidade local a um novo auditório e biblioteca. E a escola prospera como uma das 20 melhores escolas secundárias da Inglaterra, [...] são efeitos que um espaço de trabalho

³⁸ Texto original: *Los colores cálidos producen efectos de expansión efectos de salir, de llamar la atención, además, proporcionan mayor tamaño en general; por lo contrario, los fríos absorben la luz, son entrantes y dan impresión de alejamiento o superficies pequeñas. En general colores cálidos son favorables para actitudes activas, alegres, pero no se recomiendan en lugares donde se necesita concentración o reposo* (VITERI, 2017, p. 27).

profissional tem na moral de funcionários e uma bela escola tem na motivação dos alunos para aprender (BACKER, 2004, s.p., tradução nossa).

A KFS atualmente é classificada como ótima, segundo documentação reunida para a avaliação da estrutura escolar, para além de seu sentido físico (figura 53, apêndice E). Isto se dá de diversas maneiras: seu currículo permite que alunos sejam bem sucedidos dentro e fora da sala de aula, e conscientiza-os das oportunidades que recebem, por exemplo, alunos já contribuíram para o lançamento de dois livros que compilam seus trabalhos, há grande valorização dos profissionais que se relacionam com a escola, existem lideranças eficazes e capazes de gerenciar as demandas [...], por meio de uma boa administração de recursos [...] para sustentar a excelência das atividades³⁹ (UNITED KINGDOM, 2017, p. 03, tradução nossa).

2.7 SÍNTESE DO CAPÍTULO

O correlato corresponde à *Kingsdale Foundation School*, instituição de ensino localizada em Londres. Tal obra envolveu em sua reforma de 2004 a aplicação de conceitos relacionados à neuroarquitetura, além de apresentar uma equipe multidisciplinar e respeitar os parâmetros de conferência anteriormente estabelecidos. Entre outras curiosidades acerca deste espaço, levanta-se que sua reformulação foi motivada pelo anseio de atender mais eficientemente à toda a comunidade escolar e local.

Quadro 04 – Síntese da verificação de parâmetros da neuroarquitetura no correlato.

ATENDE AOS PARÂMETROS?		PESOS	KINGSDALE
CONFORTO LUMÍNICO	ILUMINAÇÃO NATURAL	20%	20%
	ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL	10%	10%
CONFORTO ACÚSTICO	IMPLANTAÇÃO	15%	10%
CONFORMAÇÃO ESPACIAL	INSERÇÃO DE FORMAS, ELEMENTOS, METRAGENS, ORGANIZAÇÃO, ETC.	30%	25%
UTILIZAÇÃO DE CORES	USO DE COLORAÇÕES COMPATÍVEIS COM AS INTENSÕES DO ESPAÇO	10%	10%
BIOFILIA	INTEGRAÇÃO DE ELEMENTOS NATURAIS E PAISAGEM	10%	5%
DESEMPENHO ESCOLAR	RESULTADOS OBTIDOS PELOS USUÁRIOS DO ESPAÇO	5%	5%
TOTAL	EXCELENTE: 90% DE ADEQUAÇÃO AOS PARÂMETROS DA NEUROARQUITETURA		

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

³⁹ Texto original: “The curriculum supports outstanding progress because leaders have built in opportunities for pupils to be successful within and beyond the classroom. Pupils grasp these opportunities and make the most of them. For example, pupils have contributed to the publication of two books that compile their work and regularly participate in sporting, arts and extra-curricular performance clubs and teams. Leaders promote a culture of high ambition and expectation that forms the backbone for the successes enjoyed in this school. Leaders are tireless in their pursuit of improvements that removes potential barriers to learning. Leaders place pupils’ welfare and all-round development before anything else. Consequently, pupils come to school ready for learning and teachers are expert in meeting pupils’ demands. Leaders have a highly accurate and need view of the school’s performance. They understand how to make further refinements to sustain the outstanding outcomes that pupils gain. Leaders weave their strategies into the school’s development planning so that there is continuity of what works alongside /new approaches” (UNITED KINGDOM, 2017, p. 03).

3. APLICAÇÃO NO TEMA DELIMITADO

Neste capítulo do trabalho, ocorre a descrição dos estudos de caso em dois níveis distintos: nacional e estadual. O caso nacional é o colégio Saint Nicholas (Santana de Parnaíba/SP) projetado pelo escritório aflalo/gasperini; o caso estadual corresponde ao Colégio Positivo Internacional (Curitiba/PR), obra do escritório Manoel Coelho Arquitetura e Design.

A escolha destas instituições se deu a partir de uma análise preliminar que considerou o ano da concepção dos projetos arquitetônicos, o ano da execução de suas obras, a orientação solar e a conformação espacial das instituições. Isto é, buscou-se por obras recentes, que possuísem características próximas ao correlato. Aqui se apresenta uma descrição aprofundada dos estudos de caso escolhidos através dos seis parâmetros propostos anteriormente para a validação, ou não, dos mesmos como neuroarquitetura aplicada às escolas brasileiras.

3.1 O CASO DA SAINT NICHOLAS SCHOOL (SANTANA DE PARNAIBA/SP)

Saint Nicholas School é uma instituição particular projetada em 2012 pelo escritório aflalo/gasperini arquitetos, a qual, teve suas obras finalizadas em 2016. Tal escola está situada nas proximidades de uma reserva natural. A obra foi implantada em uma área de 63.944m² (sessenta mil novecentos e quarenta e quatro metros quadrados), sendo 28.567m² (vinte e oito mil quinhentos e sessenta e sete metros quadrados) destes, correspondentes à área construída voltada ao atendimento de crianças a partir dos 18 meses até jovens de 18 anos de idade (CÂNDIDO, 2016, s.p.; AFLALO/GASPERINI ARQUITETOS, 2016, s.p.).

Figura 13 – Implantação, St. Nicholas School.



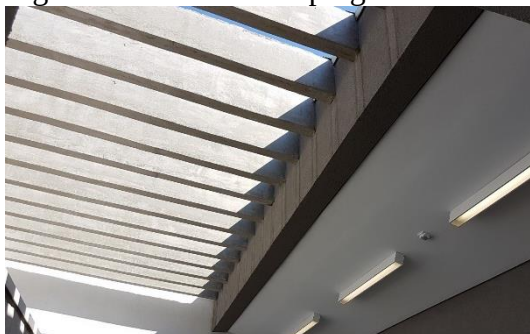
Fonte: aflalo/gasperini arquitetos, s.d.

3.1.1 Conforto Lumínico

Neste item, ocorre a descrição de fatores relativos ao conforto lumínico da St. Nicholas School através da análise dos fatores: iluminação natural e iluminação artificial.

Acerca da iluminação natural, evidencia-se que as salas de aula da St. Nicholas School são espaços contornados por um corredor contínuo e, na área oposta, por uma varanda coberta que corresponde ao espaço destinado às atividades artísticas. O primeiro ambiente é iluminado por uma claraboia, e o segundo possui um pergolado de concreto que possibilita a entrada de luz natural de forma controlada (figuras 14 e 15, abaixo) (FINDER BRASIL, s.d.).

Figura 14 – Detalhe do pergolado.



Fonte: Finder Brasil, s.d.

Figura 15 – Fachada



Fonte: Finder Brasil, s.d.

Observa-se na varanda abaixo (figura 16), que por causa do perfil inclinado da construção, o pé-direito é maior (MARQUEZ, s.d., s.p.), e tais planos inclinados da volumetria são responsáveis por gerar sombreamento nos terraços das salas de aula, nas fachadas dos ambientes e nas circulações de acesso [...] (AFLALO/GASPERINI ARQUITETOS, 2016, s.p.).

Figura 16 – Perfis inclinados do conjunto de edifícios que compõem a St. Nicholas School.



Fonte: DIVIMONT, 2018.

As esquadrias (presentes nas figuras 17 e 18) de maneira geral são de alumínio e caracterizam-se como amplos planos de vidro. Estas compõem notoriamente as fachadas das edificações presentes neste complexo de edificações proporcionando melhor aproveitamento e valorização da iluminação natural nos ambientes (AFLALO/GASPERINI ARQUITETOS, 2016, s.p.).

Figura 17 – Esquadrias: Interior.



Fonte: DIVIMONT, 2018.

Figura 18 – Esquadrias: Fachada.



Fonte: DIVIMONT, 2018.

Sobre a iluminação artificial é notável que a utilização de marquises e de iluminação indireta nos corredores é um aspecto que favorece a ocorrência do conforto. No caso de St. Nicholas School, a iluminação artificial é automatizada, isto é, há o “controle automático e programado de acordo com a luz natural e período de utilização da escola”. Tal automatização ocorre como “controle automático, gradativo e programado em função da luz natural na área perimetral externa, fachadas e circulações no interior do edifício (FINDER BRASIL, s.d., s.p.).

Porém, na área de paisagismo o acendimento dos pontos de iluminação é gradativo, ou seja, uma parcela da iluminação acenderá no primeiro indício de deficiência da luz natural e a segunda parcela somente quando se fizer necessário 100% da iluminação artificial (FINDER BRASIL, s.d., s.p.).

Em síntese, a estrutura da St. Nicholas School, por si já favorece o aproveitamento da luz natural e, somando-se o projeto luminotécnico, ocasiona considerável economia de energia e maior eficiência energética (FINDER BRASIL, s.d., s.p.).

3.1.2 Conforto Acústico

Localizada na Av. Honório Álvares Penteado, no bairro Tamboré (Santana de Parnaíba/SP), St. Nicholas School possui uma implantação dinâmica de seus volumes, a qual permitiu gerar privacidade para os pátios para cada grupo de idade (AFLALO/GASPERINI ARQUITETOS, 2016, s.p.).

A escola encontra-se em uma região relativamente silenciosa, em função de não ser uma escola cercada por ruas ou empreendimentos ruidosos.

Além de não haver empreendimentos ruidosos na região da obra, há a presença de vegetação (figura a seguir), a qual influencia positivamente para o conforto acústico, desempenhando a função de barreira acústica entre o ruído do tráfego, por exemplo, e a escola (OLIVEIRA et al, 2018, p. 13-14).

Figura 19 – Imagem via satélite, St. Nicholas School.



Fonte: Google Maps, 2020b.

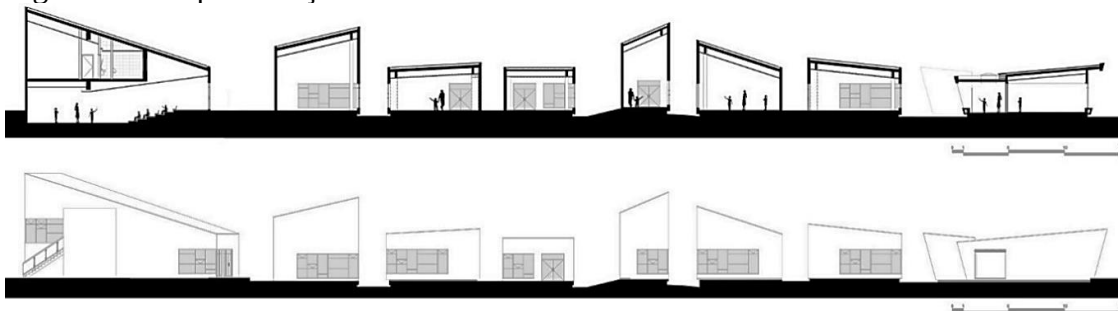
3.1.3 Conformação espacial

A proposta para a escola foi dispô-la sobre a gleba de forma horizontal, entretanto, o partido arquitetônico explorou uma implantação “dinâmica”, a qual, rompeu o paralelismo e criou vazios e pátios triangulares (figura acima) com áreas verdes, que intenciona proporcionar aos alunos uma sensação de descoberta conforme ocorre a progressão de série/ano (MARQUEZ, s.d., s.p.).

É observável (figura acima) a implantação dos blocos que compõem a escola. As quadras de esportes estão localizadas lateralmente no lote, enquanto, no centro, encontram-se os blocos de sala de aula, juntamente com equipamentos lúdicos e *playgrounds*. No fundo, há a quadra poliesportiva e a área de serviço de acesso restrito (AMORIM *et al*, 2019, p. 16).

Tal obra possui articulação de seus espaços coletivos e/ou de convívio, como: refeitório, quadras, teatro, campo de futebol e complexo de artes – estes itens se encontram dispostos em meio de um jardim, responsável por impor a separação desses espaços coletivos do bloco de salas de aula. (MARQUEZ, s.d., s.p.) Inclusive, observa-se o isolamento parcial dos três diferentes níveis escolares que essa instituição possui: infantil, júnior e sênior (AFLALO/GASPERINI ARQUITETOS, 2016, s.p.).

Figura 20 – Representação do corte e das fachadas.



Fonte: aflalo/gasperini arquitetos, 2016, s.p. Edição da autora.

Abaixo apresenta-se uma síntese de todos os setores observados a partir deste parâmetro.

Quadro 05 – Síntese analítica da conformação formal de Saint Nicholas School.

SETORES	PONTOS POSITIVOS OU NEGATIVOS	REGISTRO FOTOGRÁFICO
ÁREA EXTERNA	PONTO POSITIVO: ENTONTO DO PRÉDIO POSSUI ÁREAS VERDES (GRAMADO) E ÁREAS DE CONVIVÊNCIA EXTERNAS ENTRE OS BLOCOS.	
ÁREA EXTERNA	PONTOS POSITIVOS: EXISTÊNCIA DE ESTACIONAMENTO PRIVATIVO PARA FUNCIONÁRIOS, PAIS E PROFESSORES E JANELAS SÃO PROTEGIDAS PELO PERGOLADOS DE CONCRETO QUE ATUAM COMO BRISE, INCLUSIVE POSSUI VIA INTERNA PARA CHEGADA NA ESCOLA SEM PREJUDICAR O TRÂNSITO DE VEÍCULOS.	
ÁREA EXTERNA	PONTO POSITIVO: ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA COM DIVERSAS TEXTURAS, FORMAS E CORES FAZENDO DA OBRA UMA REFERÊNCIA NA REGIÃO.	
ÁREA INTERNA	PONTO POSITIVO: ARQUITETURA BEM SETORIZADA, COM SALAS DE AULA CIRCUNDADAS PELA CIRCULAÇÃO, TORNANDO-AS FÁCILMENTE IDENTIFICÁVEIS.	
SALA DE MÚSICA	PONTO POSITIVO: AMBIENTE DESPOJADO QUE DISPÕE DE DIVERSOS INSTRUMENTOS, CONTENDO ESPAÇO PERCEPTUAL AMPLIADO PELAS ESQUADRIAS DE VIDRO E MOBILIÁRIO ADEQUADO.	
SALA AULA	PONTOS POSITIVOS: SALA DE AULA COM MOBILIÁRIO NOVO, LAYOUT E DISPOSIÇÃO DAS MESAS DE FORMA IRREGULAR DEIXANDO PARA TRÁS A SENSÇÃO MONÓTONA.	
BIBLIOTECA	PONTOS POSITIVOS: MOBILIÁRIO CONFORTÁVEL E PLANEJADO PARA TRANSFORMAR A EXPERIÊNCIA DA LEITURA EM ATIVIDADE LÚDICA. MATERIAIS NOVOS EMPREGADOS AO ESPAÇO.	

LABORATÓRIO	PONTO POSITIVO: LABORATÓRIO COM TODOS OS EQUIPAMENTOS E MOBILIÁRIOS CORRETOS PARA A MELHOR UTILIZAÇÃO, POSSUINDO INCLUSIVE, INFRAESTRUTURA PARA AULAS OCORREREM NELE.	
CIRCULAÇÃO	PONTO POSITIVO: DIMENSÕES SUPORTANDO O NÚMERO DE ALUNOS DO COLÉGIO.	
CIRCULAÇÃO	PONTOS POSITIVOS: TRAJETOS QUE POSSUEM COMPOSIÇÕES FORMAIS DIFERENTES E AGRADÁVEIS, QUE INTEGRAM CORES VIVAS AO PAISAGISMO.	
CIRCULAÇÃO	PONTOS POSITIVOS: TRAJETOS EXTERNOS QUE INTEGRAM O INDIVÍDUO AO PAISAGISMO E FORNECEM UMA ROTA ALTERNATIVA PARA PERCORRER A ESCOLA.	
ESPORTES	PONTOS POSITIVOS: QUADRA POLIESPORTIVA COBERTA, COM ILUMINAÇÃO NATURAL, POSSIBILITANDO PERSPECTIVA DO ENTORNO DESSA INSTALAÇÃO.	
ESPORTES	PONTO POSITIVO: COM O CAMPO DE FUTEBOL, ALÉM DA PRÁTICA DE ESPORTES DE SALÃO, PODE SER FEITA AO AR LIVRE.	

Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

3.1.4 Biofilia

Datado de 2014, o projeto de paisagismo da presente instituição foi realizado pelo escritório de paisagismo de exteriores EKF. Inclusive, é informado pelo próprio escritório, que a execução do mesmo se encontra “em desenvolvimento” (figura a seguir).

Figura 21 – Projeto de arquitetura paisagística.



Fonte: EKF, 2014.

Tal projeto concebe uma aproximação entre elementos naturais e alunos, professores e demais funcionários. A vegetação, composta em sua maior parte por espécies arbóreas (imagem acima) e arbustivas com floradas coloridas (imagens abaixo), apresenta as funções de: garantir sombreamento aos parques infantis e áreas de circulação e estar, formar barreiras acústicas antevendo maior ocupação do entorno direto, e, por fim, enriquecer esteticamente o campus.

Figura 22 – Florada colorida: cor lilás.



Fonte: EKF, s.d.

Figura 23 – Florada colorida: cor de rosa.



Fonte: EKF, s.d.

Observa-se também (figura 25) a proposição de forrações e maciços, que contribuem para enriquecer a paisagem através de suas texturas, diferentes tamanhos e tonalidades.

Figura 24 – Tonalidades e texturas I.



Fonte: EKF s.d.

Figura 25 – Tonalidades e texturas II.



Fonte: EKF, s.d..

3.1.5 Aplicação ou utilização de cores

Como citado anteriormente, cores desempenham além de um papel informativo, a capacidade de auxiliar na assimilação de informações e de gerarem estímulos e sensações como maior tranquilidade, ou até maior agitação (HELLER, 2013, p. 21; VITERI, 2017, p.).

Observa-se (nas figuras a seguir) a utilização das cores amarelo para salas de aula infantis e azul para salas de aula juniores, assim como em suas respectivas áreas de circulação. Em áreas destinadas ao lazer dos alunos, observa-se a aplicação de cores que contrastam entre si, por causa de sua temperatura – quente *versus* fria – de sua tonalidade.

Figura 26 – *Playground I.*



Figura 27 – *Playground II.*



Fonte (figuras 19 e 20): St. Nicholas School / aflalo/gasperini arquitetos. Fotografia: © Ana Mello.

Figura 28 – Sala de aula.



Figura 29 – Circulação.



Fonte (figuras 21 e 22): St. Nicholas School / aflalo/gasperini arquitetos. Fotografia: © Ana Mello.

3.1.6 Desempenho escolar

A St. Nicholas School é uma escola internacional⁴⁰. Dado esse fato, é preciso observar que “escolas internacionais estabelecidas no Brasil são reconhecidas [...] como centros de

⁴⁰ Citação direta: Base para o ensino médio nas escolas internacionais é o chamado *international baccalaureate* (IB), programa difundido internacionalmente que permite o trânsito do aluno por instituições acadêmicas de diferentes partes do mundo. Pelo IB, o estudante cursa apenas seis disciplinas, menos da metade das treze que em média recheiam o currículo brasileiro. Para atender às exigências do Ministério da Educação (MEC), as escolas internacionais oferecem uma formação complementar, que abrange disciplinas não contempladas pelo IB

excelência na educação básica. Concentradas em capitais [...] essas instituições privadas oferecem ensino bilíngue e diploma reconhecido em outros países” (GOULART, 2013, s.p.). Essa escola, assim como a KFS, faz uso de um sistema de casas (são elas: London, Oxford e Cambridge).

Efetivamente não foram obtidos resultados nacionais acerca do desempenho escolar da escola em avaliações que sirvam como embasamento para este item. Foi possível observar apenas uma baixa adesão e/ou participação de alunos desta escola aos exames nacionais (3% dos alunos de ensino médio), isto, segundo resultados do ENEM apenas da unidade de St. Nicholas do bairro Pinheiros (a qual, apesar de compartilhar da metodologia de ensino e do nome, não está ligada à estrutura estudada no item 3.1 do presente estudo) (QUERO BOLSA, s.d., s.p.), e nenhuma das unidades da St. Nicholas School foi encontrada entre as melhores escolas de São Paulo (PRIETO, 2019, s.p.).

3.2 O CASO DO COLÉGIO POSITIVO (CURITIBA/PR)

O Colégio Positivo Internacional (CPI) é uma entre as cinco escolas da rede positivo em Curitiba/PR, possuindo uma área de 4.933m², localiza-se na cidade industrial⁴¹, Rua Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, nº 5300 e foi implantado no interior do campus da Universidade Positivo, aproveitando a já existente infraestrutura desportiva, cultural e de laboratórios auxiliares (ARCHDAILY, 2017, s.p.).

Figura 30 – Colagem de fotografias do CPI.



Fonte: MCA, s.d. Fotógrafo: Nelson Kon. Adaptado pela autora (2020).

(GOULART, 2013, s.p.). Citação direta: O diploma IB (ou IB *Diploma Programme*) é um currículo educacional de dois anos, destinado a jovens entre 16 e 19 anos, que oferece uma qualificação que facilita a entrada de estudantes em universidades do mundo todo. No mundo, 4,7 mil instituições de ensino de 140 países oferecem o programa. No Brasil, existem 35 escolas participantes (COLÉGIO POSITIVO, 2019, s.p.).

⁴¹ Cidade Industrial de Curitiba, é um bairro qual concentra cerca de 10% da população de Curitiba sendo inclusive, o maior da cidade (RODRIGUES, 2015, p. 09).

Abriga também a proposta do ensino bilíngue (português e inglês), do ensino infantil ao médio, com foco em uma formação multicultural (ARCHDAILY, 2017, s.p.). Seu conceito alinha-se ao partido arquitetônico por meio da adoção de estratégias sustentáveis, como:

Aproveitamento dos platôs [...] para implantação do edifício [...], gestão de resíduos na obra [...], seleção de materiais, consumo sustentável de água, reaproveitamento de águas pluviais [...], conforto térmico, visual e acústico, paisagismo com espécies nativas [...]. O colégio foi o primeiro edifício de ensino no Brasil a receber a certificação ambiental LEED⁴² - nível Ouro (ARCHDAILY, 2017, s.p.).

Notam-se acima informações pertinentes para o aspecto da biofilia, pois a obra inseriu-se no sítio preservando características naturais locais e espécies componentes do paisagismo não são invasoras.

3.2.1 Conforto lumínico

A orientação solar é ótima para toda a área do projeto – isto é, norte para as salas de aula –, garantindo luz durante todo o dia. Inclusive, há a presença de brises, afim de garantir conforto e sustentabilidade para a obra (FOLHARIM, 2018, p. 27 e 30).

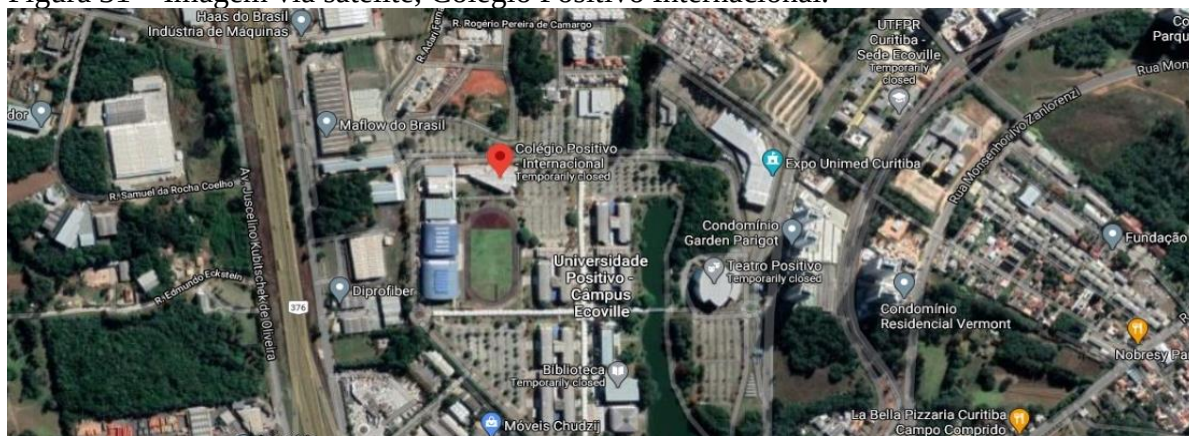
Descreve-se o “aproveitamento da luz natural através de zenital, proteção solar com brises” e a grande exploração do espaço perceptual da edificação, pois, através da utilização de paredes de vidro e painéis de vedação em telhas metálicas perfuradas houve integração “do microcosmo do colégio ao conjunto da universidade”, tal conexão visual com os espaços externos contribui para maximizar ventilação e iluminação natural, reforçada também pelo jardim interno. Estima-se que somente em decorrência do aproveitamento da iluminação natural, o CPI economiza anualmente cerca de R\$ 40.000 reais (RODRIGUES, 2015, p. 40). Contudo, há a aplicação de outras estratégias voltadas para garantir a eficiência energética do edifício, como a utilização de luminárias inteligentes (ARCHDAILY, 2017, s.p.).

3.2.2 Conforto acústico

A Escola Positivo Internacional está implantada na proximidade de fontes sonoras e de ruídos aéreos consideráveis, como indústrias, avenidas e, inclusive, a BR 376. Considera-se, então, uma implantação não ideal para propiciar melhor conforto acústico para a escola.

⁴² *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) possui quatro tipologias, são elas: 1) “novas construções e grandes reformas”; 2) “escritórios comerciais, lojas de varejo”; 3) “empreendimentos existentes” e, por fim: 4) “bairros”, este “é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações utilizado em mais de 160 países, e possui o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade” (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2020, p. 01).

Figura 31 – Imagem via satélite, Colégio Positivo Internacional.



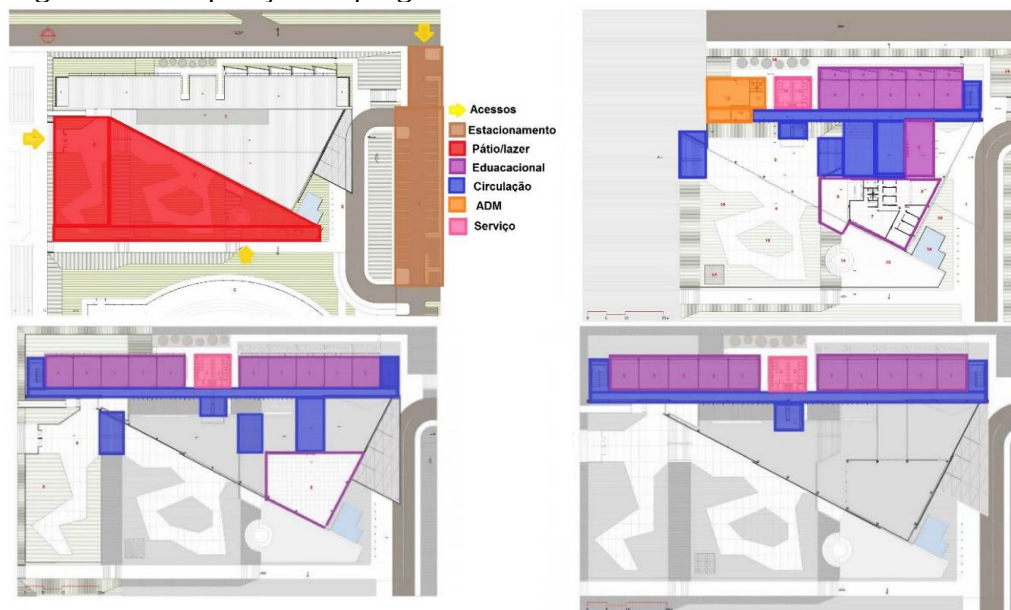
Fonte: Google Maps, 2020c.

Entretanto, o entorno da escola é arborizado e a vegetação mostra-se “eficiente para que haja bloqueio do ruído, inclusive, a “[...] forma e tamanho dos fragmentos de vegetação, influenciaram na propagação do ruído sonoro” (OLIVEIRA *et al*, 2018, p. 24).

3.2.3 Conformação espacial

O programa de necessidades é disposto em “um monobloco linear, que possui estrutura em concreto”. Este bloco destina-se às “funções-tipo”: salas de aula e laboratórios. Há também o volume irregular em estrutura metálica que abriga as “funções singulares” – como: biblioteca e administração. Como elemento central, tem-se o pátio coberto, responsável por articular o setor de funções tipo e singulares, sendo este um espaço cuja serventia é de área de convívio para alunos (ARCHDAILY, 2017). Observa-se disposição do programa a partir da figura 31.

Figura 32 – Disposição do programa de necessidades.



Fonte: FOLHARIM, 2018, p. 28.

E abaixo, a partir do quadro 06, apresentam-se as dimensões aproximadas de ambientes que compõem o programa de necessidades do edifício.

Quadro 06 – Programa de necessidades do Colégio Positivo Internacional⁴³.

AMBIENTE	DIMENSÕES	MOBILIÁRIO ESSENCIAL
PÁTIO / LAZER	42x50 (2100 m ²)	-
LAZER EXTERNO	40x25 (1000 m ²)	-
ESCADAS	4 x 4 (16 m ²)	-
CIRCULAÇÃO	80 x 4 (320 m ²)	-
SANITÁRIOS	12 x 10 (1200 m ²)	-
SERVIÇO	15 x 10 (1500 m ²)	UTENSÍLIOS DE COZINHA
BIBLIOTECA	28 x 25 (700 m ²)	MESAS, CADEIRAS E ARMÁRIOS
ESTACIONAMENTO	18 x 85 (1530 m ²)	-
SALAS DE AULA	11 x 10 (120 m ²)	MESAS E CADEIRAS

Fonte: Adaptada de FOLHARIM, 2018, p. 28.

Por fim, apresenta-se no quadro abaixo a “síntese analítica do Colégio Positivo Internacional” (SANTIN; MATÉ; PELLIZZARO, 2018, p. 112-114). Tais informações contribuem para permitir uma visão holística das formas aplicadas ao projeto, sua espacialidade e alguns aspectos relacionados à percepção do mesmo.

Quadro 07 – Síntese analítica do Colégio Positivo Internacional.

SETORES	PONTOS POSITIVOS OU NEGATIVOS	REGISTRO FOTOGRÁFICO
ÁREA EXTERNA	PONTO POSITIVO: UMA GRANDE ÁREA VERDE NO ENTONO DO PRÉDIO COM ARVORES, GRAMADO E ÁREA DE CONVIVÊNCIA EXTERNA.	
ÁREA EXTERNA	PONTOS POSITIVOS: EXISTÊNCIA DE ESTACIONAMENTO PRIVATIVO PARA FUNCIONÁRIOS, PAIS E PROFESSORES E NAS JANELAS SÃO UTILIZADOS BRISES DE METAL PARA PROTEGER CONTRA OS RAIOS SOLARES.	
ÁREA EXTERNA	PONTOS POSITIVOS: TEM UMA VIA INTERNA PARA CHEGADA NO COLÉGIO A FIM DE EVITAR CONGESTIONAMENTO NO TRÂNSITO. TEM TAMBÉM UMA COBERTURA METÁLICA PROTEGENDO QUEM ENTRA E SAI DO PRÉDIO NOS DIAS DE CHUVA E SOL FORTE.	

⁴³ Medidas obtidas em aproximações da escala 1/75 referentes as plantas disponíveis (FOLHARIM, 2018, p. 28).

ÁREA EXTERNA	PONTO POSITIVO: ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA COM DIVERSOS MATERIAIS, FORMAS E CORES FAZENDO COM QUE O PRÉDIO TENHA PERSONALIDADE PRÓPRIA E SE TORNE UMA REFERÊNCIA NA REGIÃO.	
ÁREA INTERNA	PONTO POSITIVO: ARQUITETURA INTEGRADA, COM GRANDES VÃOS E ÁREA DE LAZER AMPLA, PERMITINDO TAMBÉM EM DIAS DE CHUVA OS ESTUDANTES CIRCULAREM E INTERAGIREM SEM NENHUMA RESTRIÇÃO.	
SECRETÁRIA	PONTO POSITIVO: AMBIENTE AMPLO E DE MUITO CONFORTO PARA QUEM ESPERA O ATENDIMENTO, ESTRUTURA SÓLIDA, PLANEJADA E UM VISUAL MODERNO, ATENDENDO AS NECESSIDADES EXIGIDAS.	
SALA AULA	PONTOS POSITIVOS: SALA DE AULA COM MOBILIÁRIO MODERNO E DIFERENTE, LAYOUT E DISPOSIÇÃO DAS MESAS DE FORMA IRREGULAR DEIXANDO PARA TRÁS A SENSÇÃO MONÓTONA.	
BIBLIOTECA	PONTOS POSITIVOS: PÉ DIREITO ALTO E GRANDES ABERTURAS, TRANSMITINDO A SENSÇÃO DE CONFORTO PARA TRANSFORMAR A EXPERIÊNCIA DA LEITURA MAIS INTERESSANTE. MATERIAIS E NOVAS TECNOLOGIAS EMPREGADAS NA CONSTRUÇÃO DO PRÉDIO.	
LABORATÓRIO	PONTO POSITIVO: LABORATÓRIO MONTADO COM TODOS OS EQUIPAMENTOS E MOBILIÁRIOS CORRETOS PARA A MELHOR UTILIZAÇÃO.	
CIRCULAÇÃO	PONTO POSITIVO: GRANDES DIMENSÕES SUPORTANDO O NÚMERO DE ALUNOS DO COLÉGIO.	

CIRCULAÇÃO	PONTOS POSITIVOS: ESTRUTURA METÁLICA PERMITINDO ARQUITETURA LIMPA E SUSTENTÁVEL.	
ESPORTES	PONTOS POSITIVOS: QUADRA POLIESPORTIVA NOVA E COM EXCELENTE ILUMINAÇÃO, TRAZENDO CONFORTO E SEGURANÇA A PRÁTICA DE ESPORTES.	
ESPORTES	PONTO POSITIVO: COM O CAMPO DE FUTEBOL, ALÉM DA PRÁTICA DE ESPORTES DE SALÃO, PODE SER FEITA AO AR LIVRE.	

Fonte: Adaptado de SANTIN; MATÉ; PELLIZZARO, 2018, p. 112-114.

3.2.4 Biofilia

A partir da apresentação do quadro 07, nota-se que o CPI possui grande permeabilidade visual, ou seja, principalmente em áreas coletivas (pátios, laboratório, biblioteca, etc.) permite a visualização da paisagem através de janelas de dimensões consideráveis e/ou de perfis perfurados de aço. Ademais, apresenta a inserção vegetação e paisagem em seu interior.

3.2.5 Aplicação ou utilização de cores

Observa-se que os painéis de vedação em telhas metálicas perfuradas são tons de amarelo, laranja e vermelho, tais cores são quentes e atuam de modo a conferir identidade ao edifício e estimular as percepções sensoriais das crianças (ARCHDAILY, 2017, s.p.).

3.2.6 Desempenho escolar

Sendo também uma escola internacional, o CPI oferece uma formação certificada pelo IB tanto em nível do ensino fundamental, quanto no ensino médio.

Nota-se que informações acerca do desempenho escolar do Colégio Positivo Internacional em exames nacionais são escassos ou nulos, pois a unidade Positivo Internacional não consta em listas de escolas participantes do Exame Nacional do Ensino Médio. Todavia, os resultados obtidos em exames nacionais pela rede Positivo em Curitiba posicionam todas as

unidades Positivo participantes entre as 20 melhores de Curitiba/PR (QEDU, 2020a; QEDU, 2020b; QEDU, 2020c).

Entretanto, se considerados conteúdos publicitários e resultados provindos de avaliações como o SAT⁴⁴ (*Scholastic Assessment Test*), é observável um desempenho bom ou excelente por parte de seus alunos.

A aluna do segundo ano do Ensino Médio no Colégio Positivo Internacional, em Curitiba (PR), conquistou pontuação 1.460 de 1.600 na prova - que é vista como o ENEM americano. Um resultado de 91% de aproveitamento no SAT (*Scholastic Assessment Test*). Com esse resultado, [...] poderia ser aceita, por exemplo, em universidades como a *Boston College*, *University of Michigan*, *University of California* ou *Johns Hopkins University*, que têm notas de corte iguais ou inferiores a esse número [...] Segundo estatísticas da plataforma PrepScholar, entre os 1,67 milhão de candidatos que realizaram o SAT, apenas 4% conquistaram nota igual ou superior a *desta aluna*⁴⁵. A mãe da *aluna* conta que sua filha estuda no Colégio Positivo desde a Educação Infantil, e que está no Positivo Internacional desde que o colégio foi criado, em 2013 (COLÉGIO POSITIVO, 2019, s.p.).

O desempenho da rede de ensino, e o caso isolado apresentado acima são informações circunstanciais, entretanto não permitem uma afirmação categórica acerca do desempenho escolar do CPI.

3.3 SÍNTESE DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentadas duas obras brasileiras que apresentam conformidades com o tema percorrido neste estudo: a neuroarquitetura aplicada à arquitetura escolar em instituições de ensino fundamental e/ou médio. Ambas as instituições – St. Nicholas School, em Santana de Parnaíba/SP e o Colégio Positivo Internacional, em Curitiba/PR – voltam-se para a formação internacional de seus alunos e oferecem espaços adequados para o desenvolvimento de competências e novos conhecimentos, isto é, que se enquadram nos parâmetros delimitados no primeiro capítulo deste trabalho.

⁴⁴ O SAT é uma das mais importantes avaliações externas do mundo. Ela não é montada e nem corrigida pelo Positivo, somente aplicada [...]. Como o SAT é uma avaliação puramente externa, ela é imparcial e retrata a real performance acadêmica do aluno. Além disso, o SAT é requisito para ingresso nas principais universidades americanas (COLÉGIO POSITIVO, 2019, s.p.).

⁴⁵ O nome da aluna foi retirado do trecho, para resguardar a privacidade e manter a impessoalidade deste estudo. Nota da autora.

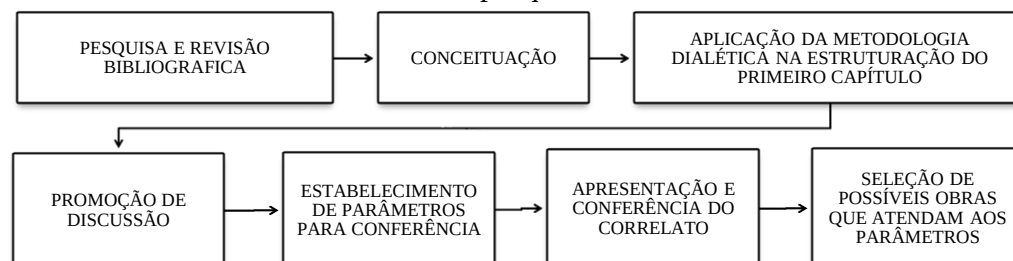
4. ANÁLISES DA APLICAÇÃO

Este capítulo objetiva apresentar a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste estudo e analisar a aplicabilidade do embasamento teórico.

4.1 METODOLOGIA DE ANÁLISE

A metodologia adotada para o desenvolvimento do presente estudo ocorreu de maneira qualitativa a partir da pesquisa bibliográfica, isto é, o ponto de partida se deu através da utilização da infraestrutura disponibilizada pelo Centro Universitário FAG para obtenção de obras e autores pertinentes ao embasamento teórico do estudo e prosseguiu através da aplicação de palavras-chave relacionadas ao tema e ao assunto do trabalho em revistas e portais científicos específicos (Google Acadêmico, Scielo, ScienceDirect, Nature, entre outras bibliotecas digitais). Havendo a formulação de um escopo (quadro abaixo) ou, como definido por Lakatos e Marconi (2003, p. 44-49), plano de trabalho e posterior fichamento de dados e informações recolhidas na fase de pesquisa.

Quadro 08 – Plano de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Para a redação deste trabalho de curso houve a aplicação do método dialético, visando a construção de um diálogo entre autores e informações, considerando a interrelação entre o problema da pesquisa – se é possível conferir a aplicação da neurociência em escolas de nível fundamental e médio no Brasil – e o marco teórico – “damos forma aos nossos edifícios e depois eles nos formam”⁴⁶ (CHURCHILL, 1943, c. 403, tradução nossa).

Em prosseguimento foram definidos parâmetros para conferência e verificação da neuroarquitetura em instituições de ensino, definidos em quatro classes distintas (ruim, regular, bom, excelente) por meio do atendimento, ou não, aos seis indicadores (conforto lumínico,

⁴⁶ Texto original: “We shape our buildings and afterwards our buildings shape us” (CHURCHILL, 1943, coluna 403).

conforto acústico, conformação espacial e aplicação de cores, biofilia, desempenho escolar) definidos ainda no primeiro capítulo. O sistema de pesos aplicado aos indicadores ocorreu embasando-se no número de referências disponíveis que faziam referência a cada item elencado como fator de conferência (apêndice C).

Com base nos conceitos elencados e das informações disponíveis, apresentadas por autores como Anthes (2009) e Oliveira (2012), foi conferido um correlato localizado em Londres (UK), Kingsdale Foundation School, uma obra da tipologia educacional citada como exemplo de neuroarquitetura. E quando descrita e aferida através do conjunto de parâmetros desenvolvido no primeiro capítulo, obteve resultado “excelente”, sendo então enquadrada como neuroarquitetura.

No terceiro capítulo, houve a apresentação de dois estudos de caso em nível nacional e estadual, que passaram pelo mesmo procedimento de análise preliminar, pesquisa e descrição segundo os parâmetros de conferência, e por fim, neste capítulo ocorreu a aplicação da fenomenologia, afim de validá-los, ou não, como exemplos de neuroarquitetura no Brasil.

4.2 ANÁLISE

Desenvolveu-se a análise considerando o conjunto de informações reunidas desde a fundamentação, aplicações no tema delimitado, anexos e apêndices.

A instituição St. Nicholas School apresenta conformidade com os parâmetros de verificação de neuroarquitetura, possuindo uma excelente espacialidade, considerando desde a altura de seu pé direito, até suas circulações e estares. Especificamente acerca da circulação da escola, a circulação que ocorre de maneira lindeira às salas de aula (apresentada pelo quadro 07), e aparenta ser mais acolhedora, resguardada e íntima, que sua circulação externa.

A escola também atingiu pontuação máxima nos confortos lumínico e acústico. Isto porque tem as salas de aulas voltadas para o norte, visando o máximo aproveitamento da luz natural, por fazer uso de automação no quesito de iluminação artificial e possuir uma implantação ótima, explicada pelo item 3.1.2.

A utilização de cores acontece adequadamente, variando em diversos ambientes, à depender da idade dos alunos que farão uso do espaço ou da função que a mesmo abriga. Enquanto o aspecto da biofilia recebe decréscimos em função da paisagem apresentada no presente estudo (item 3.1.4) destoar dos registros projetuais apresentados no tópico de mesmo nome.

Todavia, o único fator realmente não satisfatório apresentado por esta escola foi o “desempenho escolar” (item 3.1.6), não por causa de performar negativamente neste aspecto, mas por não haver registros ou informações suficientes que estejam disponíveis para consulta pública, para que aconteça então uma avaliação adequada.

Quadro 09 – Síntese da verificação de parâmetros da neuroarquitetura no correlato.

ATENDE AOS PARÂMETROS?		PESOS	ST. NICHOLAS
CONFORTO LUMÍNICO	ILUMINAÇÃO NATURAL	20%	20%
	ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL	10%	10%
CONFORTO ACÚSTICO	IMPLANTAÇÃO	15%	15%
CONFORMAÇÃO ESPACIAL	INSERÇÃO DE FORMAS, ELEMENTOS, METRAGENS, ORGANIZAÇÃO, ETC.	30%	30%
UTILIZAÇÃO DE CORES	USO DE COLORAÇÕES COMPATÍVEIS COM AS INTENSÕES DO ESPAÇO	10%	8%
BIOFILIA	INTEGRAÇÃO DE ELEMENTOS NATURAIS E PAISAGEM	10%	5%
DESEMPENHO ESCOLAR	RESUTADOS OBTIDOS PELOS USUÁRIOS DO ESPAÇO	5%	0%
TOTAL	EXCELENTE: 88% DE ADEQUAÇÃO AOS PARÂMETROS DA NEUROARQUITETURA		

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

A instituição Colégio Positivo Internacional também não atendeu ao parâmetro desempenho escolar, pela mesma razão de não haver disponíveis informações sobre a performance de seus alunos em exames nacionais e/ou internacionais.

Considerando o partido arquitetônico dessa escola, nota-se preocupação em fazer uso adequado da paisagem e de recursos naturais, à exemplo disso, a conformação espacial da escola (observado pelo item 3.2.1 e quadro 09), possui a melhor orientação solar para as salas de aula, isto é, norte, e este fator tem influência positiva sobre o conforto lumínico na edificação.

Deve-se ressaltar a menção por parte dos responsáveis pelo projeto sobre a escolha das cores da obra ser intencional para gerar sensações em alunos da instituição. Ainda sobre as cores, as selecionadas para a fachada e para os interiores correspondem aos estados de ânimo esperados para certos espaços, como: espaços de lazer possuem tons quentes, e salas de aulas e laboratório apresentam predominantemente tons neutros e frios.

Quadro 10 – Síntese da verificação de parâmetros da neuroarquitetura no correlato.

ATENDE AOS PARÂMETROS?		PESOS	CPI
CONFORTO LUMÍNICO	ILUMINAÇÃO NATURAL	20%	20%
	ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL	10%	10%
CONFORTO ACÚSTICO	IMPLANTAÇÃO	15%	8%
CONFORMAÇÃO ESPACIAL	INSERÇÃO DE FORMAS, ELEMENTOS, METRAGENS, ORGANIZAÇÃO, ETC.	30%	30%
UTILIZAÇÃO DE CORES	USO DE COLORAÇÕES COMPATÍVEIS COM AS INTENSÕES DO ESPAÇO	10%	10%
BIOFILIA	INTEGRAÇÃO DE ELEMENTOS NATURAIS E PAISAGEM	10%	5%
DESEMPENHO ESCOLAR	RESUTADOS OBTIDOS PELOS USUÁRIOS DO ESPAÇO	5%	0%
TOTAL	EXCELENTE: 83% DE ADEQUAÇÃO AOS PARÂMETROS DA NEUROARQUITETURA		

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Deve ser ressaltada a importância do ambiente de ensino como “um dos ambientes que mais influenciam ações e escolhas do indivíduo, tanto no presente quanto no futuro” (AGUIAR, 2018, s.p.) principalmente, uma vez constatado através da bibliografia apresentada no presente estudo que a arquitetura tem influência sobre nosso bem estar e influi para melhor qualidade no aprendizado. Essa afirmação, inclusive, resgata o marco teórico do estudo “damos forma aos nossos edifícios e depois eles nos formam”, em função de atribuir ao espaço arquitetural a qualidade de influenciar pessoas ao longo de seu cotidiano e vida.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abordar o assunto neuroarquitetura exige que ocorra a compreensão de temas além da própria arquitetura, fazendo com que abranger conceituações sobre o funcionamento ou partes do encéfalo corresponda a aspectos comuns e necessários para vislumbrar uma relação de causa e efeito entre o espaço e o ser humano, a qual geralmente está oculta. Sendo assim, o presente estudo expôs alguns conceitos e autores não tão habituais para acadêmicos e profissionais de arquitetura e urbanismo, inclusive, “algumas pessoas argumentam que não é necessário que os arquitetos conheçam todos os detalhes da obra em andamento em cada uma dessas divisões. E não há possibilidade de conhecer todos os detalhes a não ser abandonar a prática e passar os próximos 20 anos sendo estudante de neurociência. No entanto, assim como os arquitetos precisam saber o suficiente sobre acústica para desenvolver um projeto acústico com qualidade⁴⁷, ou saber física suficiente para entender o trabalho dos engenheiros estruturais, ou química suficiente para entender a natureza tóxica de alguns materiais, também necessita-se saber o suficiente sobre neurociência para beneficiar-se da nova base de conhecimento que está sendo criada por pesquisadores neste campo” (EBERHARD, 2006, s.p., tradução nossa⁴⁸).

Por este mesmo motivo, ressalta-se a importância de auxiliar, não apenas a formação de “profissionais criativos”, mas também de incentivar a formação de indivíduos versáteis e receptivos às mudanças baseadas em evidências e comprovadas como fatores que humanizam, e por seguinte, aprimoram os espaços – independentemente de sua natureza, seja ela educacional, residencial, hospitalar, comercial, entre outras.

5.1 RESGATE DOS ELEMENTOS DA PESQUISA

A realização da pesquisa bibliográfica, voltada aos pilares da arquitetura, utilizando-se do método dialético, permitiu a ocorrência de um debate acerca do objeto da arquitetura: o espaço. Inclusive, permitiu ligeiramente a primeira convergência da arquitetura com a neurociência, devido à preocupação dos autores O’Keefe e Nadel, em abordarem conceituações

⁴⁷ A tradução desse trecho foi adaptada pela autora em função de no Brasil o profissional responsável e/ou qualificado para a produção do projeto acústico ser o arquiteto, não o “*acoustical engineer*”, em tradução livre: engenheiro acústico.

⁴⁸ Texto original: “*Some people argue that it is not necessary for architects to know all of the details of the work going on in each of these divisions. And there is no possibility of knowing all of the details short of giving up your practice and spending the next 20 years being a student of neuroscience. However, just as architects need to know enough about acoustics to use the consulting services of an acoustical engineer, or enough physics to understand the work of structural engineers, or enough chemistry to understand the toxic nature of some materials, so we need to know enough about neuroscience to benefit from the new knowledge base being created by researchers in this field*” (EBERHARD, 2006, s.p.).

de espaço para, somente então, apresentarem a influência do mesmo sobre o cérebro, mais especificamente, na região do hipocampo.

O tema sendo um estudo de caso acerca da aplicação da neuroarquitetura em instituições de ensino brasileiras, levantou no primeiro capítulo, tópicos relacionados ao que é de fato atenção, memória e aprendizado, como estes ocorrem e o como o espaço e a arquitetura os influenciam e podem auxiliá-los.

Todos os autores concordaram que fatores ambientais influenciam a atividade cerebral e têm potencial para influenciar o bem-estar e a experiência individual no ambiente construído (DOUGHERT; ARBIB, 2013, p. 9, tradução nossa).

Inclusive, é pertinente recordar que:

A percepção humana, que não é uma função linear com relação aos estímulos do ambiente, apresenta dimensões intra e interpessoal, resultando em uma multiplicidade de respostas ao mesmo estímulo. Além disso, a percepção humana é multissensorial, não ocorrendo isoladamente, mas sim dentro de um contexto global [...]. Em conjunto, essas várias fontes de informação dão origem a uma representação mental do ambiente percebido e qualquer julgamento será baseado nessa representação multissensorial [...] A maneira como o indivíduo vai perceber e interpretar as sensações está ainda diretamente ligada às representações individuais e coletivas relacionadas a todos esses fatores ambientais aos quais esse indivíduo está exposto além do som, tais como as condições climáticas, a paisagem visual, a morfologia do ambiente, as práticas nele desenvolvidas, entre outros. Múltiplas condições ocorrem simultaneamente, o que mostra a situação de intersensorialidade que caracteriza a relação entre usuário e ambiente (HIRASHIMA; ASSIS, 2017, p. 08).

Isso demonstra as possíveis e diversas aplicações que vinculam a pesquisa em neurociência – bem como a ciência cognitiva e outros estudos baseados em evidências – ao design do ambiente construído e à cuidadosa integração do ambiente construído e do ambiente natural (DOUGHERT; ARBIB, 2013, p. 9, tradução nossa⁴⁹).

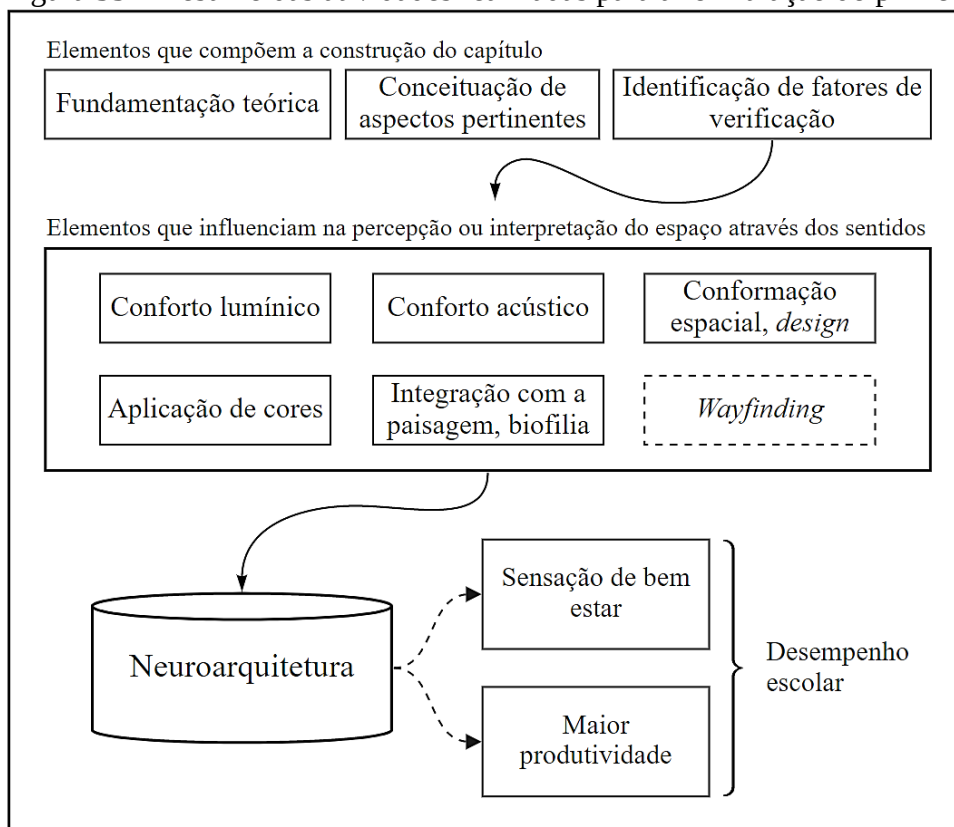
Pode-se, portanto, tomar a neuroarquitetura como área do conhecimento que estuda o impacto do espaço construído, e de elementos de sua composição, em seres humanos – mais especificamente, quais são as reações ocorridas no cérebro.

Quanto à sua produção arquitetural, ela pode ser identificada a partir de análises que se utilizem da fenomenologia, ou de tecnologias de ponta. Entretanto, o aspecto comum entre ambas as maneiras de verificar se uma obra é ou não neuroarquitetura seria através da

⁴⁹ Texto original: *The authors all agree that environmental factors influence brain activity and have the power to influence well-being in, and experience of, the built environment. This opens the door to diverse applications linking neuroscience research – as well as cognitive science and other evidence-based studies – to the design of the built environment, and the careful integration of the built environment and the natural environment* (DOUGHERT; ARBIB, 2013, p. 9).

capacidade da mesma de envolver propositalmente seus usuários através de todos os sentidos e propiciar experiências mais agradáveis, e até mesmo, saudáveis.

Figura 33 – Resumo das atividades realizadas para a formulação do primeiro capítulo.



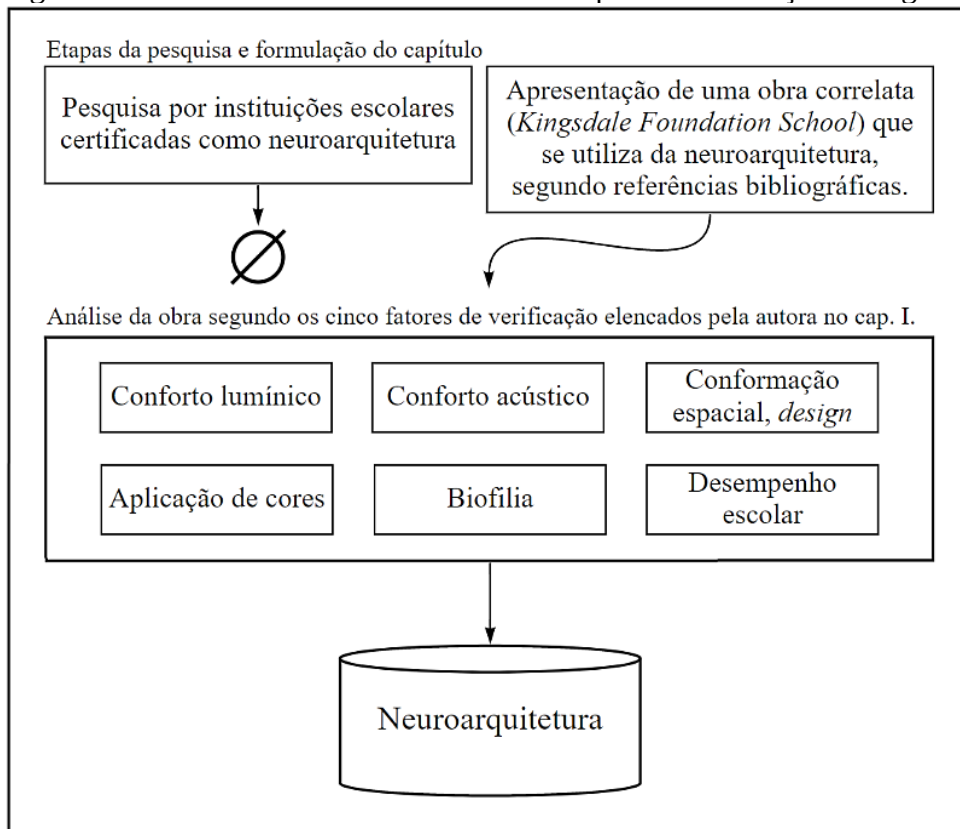
Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Ademais, a delimitação de uma maneira possível de identificar e avaliar a ocorrência da neuroarquitetura ocorrida no primeiro capítulo gerou a descrição dos estudos de caso dos capítulos seguintes a partir dos seguintes itens: 1) conforto lumínico avaliado pela iluminação natural e iluminação artificial; 2) conforto acústico, analisado por sua relação com o entorno; 3) conformação do espaço (envolvendo e/ou apresentando, se possível, metragem quadrada, altura do pé direito, características da geometria, presença e disposição de obstáculos e amplitude do campo visual); 4) aplicação de cores, observando seus efeitos psicológicos; 5) a biofilia, isto é, integração do espaço construído com elementos naturais; 6) o desempenho escolar, a partir de métricas aplicadas localmente.

No segundo capítulo, ocorreu a escolha do correlato *Kingsdale Foundation School*. Respalado como exemplo de neuroarquitetura por autores e através da registros como relatórios e documentações oficiais do Reino Unido (disponibilizadas em anexo, e nas referências deste estudo). Denota-se que fotografias e vídeos foram as ferramentas que

permitiram melhor compreensão e avaliação dos parâmetros para a verificação da neuroarquitetura em seu espaço.

Figura 34 – Resumo das atividades realizadas para a formulação do segundo capítulo.



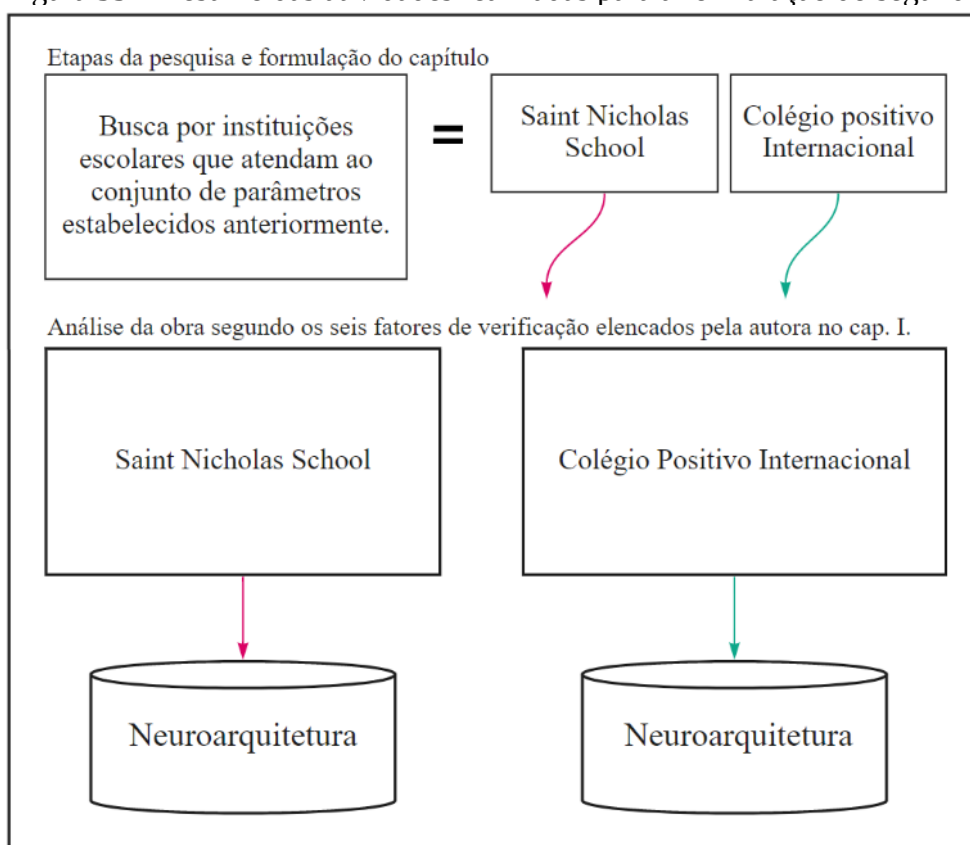
Fonte: Elaborado pela autora (2020).

No terceiro capítulo desta pesquisa houve a formulação de um levantamento de possíveis IE – de nível fundamental e/ou médio – cujas obras utilizam-se de princípios da neuroarquitetura em sua construção ou reforma. Para tanto, ocorreu uma análise preliminar que levou em consideração o ano do projeto arquitetônico, ano da execução da obra da instituição, a orientação solar e a conformação espacial percebida por meio de fotografias, *tours* virtuais entre outras representações técnicas, como plantas baixas, cortes e elevações.

A partir da escolha das obras, estabeleceu-se a pesquisa quantitativa-qualitativa para promover constatação da neuroarquitetura em IE fundamental e/ou médio no Brasil. A primeira etapa, promoveu aprofundamento do entendimento da conformação formal das edificações selecionadas e observou aspectos referentes ao conforto lumínico das obras.

Prosseguiu-se através da avaliação dos demais fatores estabelecidos: o conforto acústico, observado através da implantação, aplicação de estratégias de compensação de ruídos aéreos e características locais que poderiam implicar positivamente para a ocorrência desse fator; utilização de cores, observada pela aplicação que considerou, ou não, as reações psicológicas e emocionais geradas pelas mesmas; a biofilia e qualidade de ensino, verificada através de uma métrica nacional ou aplicada localmente. Este levantamento dividiu-se em dois níveis: nacional, com a St. Nicholas School; e estadual, observando o Colégio Positivo Internacional.

Figura 35 – Resumo das atividades realizadas para a formulação do segundo capítulo.



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Este estudo apresentou a avaliação dos dados apresentados em “aplicação no tema delimitado”, validando ambas as escolas como exemplos de aplicação de neuroarquitetura e prossegue com suas conclusões finais.

5.2 RESPOSTAS AO PROBLEMA DA PESQUISA

A pergunta-problema que motivou o presente estudo foi: “é possível conferir a neuroarquitetura em instituições de ensino fundamental e/ou médio no Brasil?”

Com base na fundamentação teórica e resultados obtidos, pode-se responder afirmativamente ao problema da pesquisa, logo, é possível encontrar obras que correspondem aos parâmetros de neuroarquitetura, muito por causa de a neuroarquitetura – mesmo caracterizando-se como disciplina recente – abranger áreas que, no Brasil, já possuem estratégias projetuais exploradas para contemplar o ser humano com o conforto (seja ele térmico, lumínico, acústico ou visual). Portanto, a hipótese de que seria possível conferir a neuroarquitetura em IE fundamental e/ou médio utilizando-se de parâmetros da neuroarquitetura na conferência, ficou validada.

Logo, observar estes resultados demonstra também que a produção arquitetural do país está continuamente em aprimoramento, acompanhando as preocupações provindas de novos referenciais teóricos, correlatos e de evidências científicas.

5.3 LIMITES DA PESQUISA

Nota-se que este estudo poderia fornecer melhor embasamento prático-teórico, caso houvesse ocorrido uma visita técnica nas instituições apresentadas na pesquisa. Uma verificação *in loco* possibilitaria aferir dimensões e própria interação com os ambientes, inclusive, uma melhor avaliação acústica, tendo em vista que os níveis de pressão sonoras locais são variáveis e dentro da edificação escolar estes valores podem ser menores em função da aplicação de materiais ou estratégias que garantam menor interferência de ruídos aéreos e melhor qualidade acústica. Ademais, a literatura demonstra que níveis de pressão sonora elevados em sala de aula interferem no aprendizado da criança, prejudicando a atenção e a concentração, além de impedir uma comunicação adequada entre professor e aluno. A necessidade da repetição da mensagem, irrita, confunde e cansa o falante e o ouvinte, interferindo na discriminação auditiva e na leitura. Tal dificuldade pode se agravar se houver indivíduos com alterações auditivas, ainda que de grau leve. (SANTOS; SELIGMAN; TOCHETTO 2012, p. 254 - 255).

Outro fator limitante para a pesquisa foi a tradução de expressões técnicas relacionadas à neurociência. Algumas pesquisas em inglês responsáveis por fornecer embasamento sobre os aspectos neurológicos possuem termos que não são contemplados por glossários bilíngues ou dicionários técnicos de acesso facilitado, também glossários disponíveis não são tão recentes e não contemplam termos apresentados por pesquisas cujos autores se debruçaram da relação entre o cérebro humano e o espaço construído (à exemplo disso, apresenta-se a “Proposta de

um Glossário de termos traduzidos de uso frequente em Neurociências da Cognição e Comportamento” de VALE *et al*, 2003).

Por este motivo, o presente trabalho apresenta alguns termos em inglês sem tradução, como: *place cells* e *place field*, afim de evitar o uso de terminologias inadequadas ou incorretas.

5.4 PROPOSIÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para haver melhor exploração do tema neuroarquitetura no âmbito escolar, sugere-se, primeiramente, conferir se há a aplicação da mesma em escolas públicas (federais, estaduais e municipais) no Brasil, observando o possível link entre a influência da infraestrutura sob o índice de evasão escolar.

Também, deve-se explorar como a pedagogia ou neuropedagogia e suas diferentes metodologias (Montessori, Waldorf, Piaget, etc.) podem contribuir para concepção de um partido projetual que considere a neuroarquitetura em uma escola.

Propõem-se também compreender como sua aplicação ocorre em outras tipologias (hospitalar, comercial, prisional, residencial, etc.), tanto de modo fenomenológico, com visitas *in loco* e aplicação de formulários para usuários destes espaços, quanto de maneira multidisciplinar, amparados de tecnologias de MRI, leitura do movimento dos olhos, etc., para que seja possível obter e/ou reproduzir evidências sobre a influência de algumas características do espaço e da arquitetura no bem-estar dos indivíduos.

Observa-se também o *wayfinding* dentro da neuroarquitetura, este aspecto não participou dos parâmetros de verificação de neuroarquitetura do presente estudo, em função de haverem relativamente poucas citações relativas ao mesmo. Entretanto, é válido desenvolver um estudo que explique este fator de maneira embasada e busque compreender como ele pode ser aplicado à arquitetura.

Inclusive, a atualização de glossários português-inglês relativos à área de neurociência e neuroanatomia para garantir um acesso e entendimento facilitado a algumas informações seria um trabalho pertinente para impulsionar a realização de outros estudos do tipo, principalmente tendo em vista que a maioria das pesquisas que contemplam a área da neuroarquitetura encontram-se em inglês.

REFERÊNCIAS

AFLALO/GASPERINI ARQUITETOS. **ST. NICHOLAS SCHOOL**: Implantação.

Disponível em: <<http://aflalogasperini.com.br/en/wp-content/uploads/sites/4/2015/10/st.nicholas-desenho-implanta%C3%A7%C3%A3o1.jpg>>. Acesso em 15 ago. 2020.

AGUIAR, Rafaela Mayrink. Escola Sustentável: **A Arquitetura contribuindo na educação ambiental**, Brasil Escola, 2018. Disponível em: <http://brasileSCO.la/m16716>. Acesso 25 ago. 2020.

ANTHES, Emily. **Building around the mind**. Scientific American Mind, April/May 2009. p. 32-39. Disponível em: <<http://www.emilyanth.es.com/data/uploads/neuroarchitecture.pdf>> Acesso em: 11 May 2020.

AMORIM, Luana Beatriz da Silva, XAVIER, Raquel; SANCHES, Marcela. **Correlato St. Nicholas School**, Trabalho de graduação da disciplina de Projeto I, 2019. Disponível em: <<https://prezi.com/p/4f9nidnek5lh/correlato-st-nicholas-school/>>

ANDRADE, Joana Maria Figueiredo Mota de. **CARACTERIZAÇÃO DO CONFORTO ACÚSTICO EM ESCOLAS**, Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES, 2009. Disponível em <www.docsity.com>. Acesso em: 26 ago. 2020.

ARCHDAILY. **COLÉGIO POSITIVO INTERNACIONAL**: Manoel Coelho Arquitetura e Design, ArchDaily Brasil, 2017. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/872442/colégio-positivo-internacional-manoel-coelho-arquitetura-e-design>> Acesso em: 22 ago. 2020. ISSN 0719-8906

ARCHITECTURE FOUNDATION. **School Works 1998 – 2000**, 2012. Disponível em: <<https://www.architecturefoundation.org.uk/programme/2000/school-works>> Acesso em: mai. 2020.

BACKER, Dan. **Recovering Kingsdale**. Architecture Week, 2004, s.p. Disponível em: <http://www.architectureweek.com/2004/1215/building_2-2.html> Acesso em: 31 May 2020.

BARRETO, Patricia Amado *et al.* Morar perto de áreas verdes é benéfico para a saúde mental? Resultados do Estudo Pró-Saúde. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 53, 75, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102019000100267&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 19 Oct. 2020. Epub Sep 23, 2019. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2019053001008>.

BUTMAN, Judith; ALLEGRI, Ricardo Francisco. **A Cognição Social e o Córtex Cerebral**, Revista Psicologia: Reflexão e Crítica, vol. 14, no. 2, Porto Alegre, 2001. DOI <<https://doi.org/10.1590/S0102-79722001000200003>>

CAMARGO, Miguel Angel Barbosa. **Equipamiento Educativo Britalia**: Neuroarquitectura aplicada al diseño de una institución educativa, 2019. Trabajo de grado. Facultad de Diseño, Programa de Arquitectura, Universidad Católica de Colombia, Bogotá (Colombia).

Disponível em: <<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/23844>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. **Definition of GCSE**, from the Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus, s.d., Disponível em:

<<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/gcse>>. Acesso em: 19 may 2020a.

_____. **Definition of Sixth Form**, from the Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus, s.d., Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/sixth-form>> Acesso em: 31 may 2020b.

_____. **Definition of GNVQ**, from the Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus, s.d., Disponível em:

<<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/gnvq?q=GNVQ>> Acesso em: 31 may 2020c.

CÂNDIDO, St. Nicholas School inaugura unidade Alphaville, **Revista Viva S/A**, jan. 2016, Disponível em: <<https://issuu.com/vivasa/docs/176>> s.p.;

CASTRO, Gleyci de Miranda. **Emoção e afetividade**. Arte e Educação, um estudo de caso, 2017. Dissertação de mestrado, Faculdade de ciências sociais da Universidade Federal de Goiás. Disponível em: https://www.academia.edu/37199342/Emoc_a_o_e_afetividade._Arte_e_Educac_a_o_um_estudo_de_caso._Disserta%C3%A7%C3%A3o_de_mestrado_de_Gleicy_de_Miranda_Castro._2017._Orienta%C3%A7%C3%A3o_Robson_Corr%C3%AAa_de_Camargo> Acesso em: 28 Mar 2020.

CAVALHEIRO, Esper Abrão. **A nova convergência da ciência e da tecnologia**. Novos estudos - CEBRAP, São Paulo, n. 78, p. 23-30, julho 2007. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010133002007000200004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 abr. 2020.

CHURCHILL, Winston. **House of commons rebuilding**, Parliament of United Kingdom, 28 out. de 1943, vol. 393, coluna 403. Disponível em: <https://api.parliament.uk/historic-hansard/commons/1943/oct/28/house-of-commons-rebuilding#column_403> Acesso em: 26 Feb. 2020.

COELHO NETTO, José Teixeira. **A construção do sentido na arquitetura**, Editora Perspectiva, 2002.

COLEÇÕES ABRIL. **Atlas do Corpo Humano**, Guia Veja de medicina e saúde, v. 2, São Paulo: Editora Abril, 2008. ISBN 978-85-364-06-36-7

COLÉGIO POSITIVO. **Aplicador oficial da prova SAT**, Positivo Internacional prepara estudantes para graduação no exterior. Gazeta do Povo, dez. 2019, Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/conteudo-publicitario/colégio-positivo/aplicador-oficial-da-prova-sat-positivo-internacional-prepara-estudantes-para-graduacao-no-exterior/>.

CURTIS, William J. R. **Modern Architecture Since 1900**. London: Phaidon Press, 2013, p. 522.

DINIZ, Célia Regina; SILVA, Iolanda Barbosa da. **Tipos de métodos e sua aplicação.** Disciplina de Metodologia científica UEPB. Disponível em: <http://ead.uepb.edu.br/ava/arquivos/cursos/geografia/metodologia_cientifica/Met_Cie_A04_M_WEB_310708.pdf>

DIVIMONT. **St. Nicholas School:** Cliente - Nakamura Engenharia, Site comercial, 2018. Disponível em: <http://divimont.com.br/st-nicholas-school/>. Acesso em: 12 out 2020.

DORNELES, Tatiana Machado. **As bases neuropsicológicas da emoção:** um diálogo acerca da aprendizagem, Revista Acadêmica *Licencia&acturas*, Ivoti, v. 2, no. 2, p. 14-21, jul. - dez., 2014.

DOUGHERTY, Betsey Olenick; ARBIB, Michael A. **The evolution of neuroscience for architecture:** introducing the special issue, Intelligent Buildings International, 5:sup1, 4-9, 2013. DOI: 10.1080/17508975.2013.818763

DRMM. **Kingsdale School Transformation**, 2004. Disponível em: <<http://drmm.co.uk/projects/view.php?p=kingsdale-school-transformation>>
EASY EXPAD. **Education on London: School system in London, Virtual guide**, 2018. Disponível em: <<https://www.easyexpat.com/en/guides/united-kingdom/london/school/school-system.htm>>. Acesso em: 31 mai 2020.

EBERHARD, John Paul. **You need to know what you don't know**, AIArchitects, 2006. Disponível em: <<http://info.aia.org/aiarchitect/thisweek06/0127/0127eberhard.htm>> Acesso em: 29 fev 2020.

_____. **Brain Landscape:** The coexistence of neuroscience and Architecture. Oxford University Press, 2009. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=HTniBwAAQBAJ&pg=PT5&lpg=PT5&dq=Zeisel+Jonas+Salk&source=bl&ots=bRZdvCHPXN&sig=ACfU3U301z4rJKhUzgr91I7KINlDuRXk6w&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwj_vdKj5u_oAhX0H7kGHQY7BIAQ6AEwCXoECAsQPA#v=onepage&q=Zeisel%20Jonas%20Salk&f=false>

EKF, St. Nicholas School, 2014 Disponível em: <http://ekf.com.br/uploads/project_photos/photo/55032c55e3af825373000002/highres_EKF_NICHOLAS_AP_ARENA_.jpg>. Acesso em: 18 out 2020.

ESPERIDIÃO-ANTONIO, Vanderson *et al.* **Neurobiologia das emoções.** Trabalho realizado como parte das atividades do Grupo de Pesquisas em Ciências da Saúde (Cefet Química/RJ e Unifeso). Revista. Psiquiatria Clínica 35 (2); 55-65, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rpc/v35n2/a03v35n2.pdf>>. Acesso em: 01 Mar 2020.

EUMIESAWARD. **Kingsdale School:** Mies Van der Rohe award, European Union Prize for Contemporary Architecture, 2005. Disponível em: <<https://miesarch.com/work/840>>.

EXPOSIÇÃO: "Abrindo Arquivos: o arquiteto Auguste Perret e o projeto para o Museu da FAAP" 11 Abr 2018. ArchDaily Brasil. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/892354/exposicao-abrindo-arquivos-o-arquiteto-auguste-perret-e-o-projeto-para-o-museu-da-faap>> Acesso em: 1 Out 2020. ISSN 0719-8906

FIDALGO, Ana Cristina Matos Lopes. **A relação estética entre as Artes Plásticas na Arquitetura de Miguel Saraiva**. Tese para obtenção do Grau de Doutor em Arquitetura – Universidade da Beira Interior, Faculdade de Engenharia, Covilhã: Portugal, 2014. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/3295/1/A_Rel%C3%A7%C3%A3o_Est%C3%A9tica_das_Artes_P%C3%A1sticas_na_Arquitetura_de_Miguel_Saraiva.pdf>

FISIO UNIPAMPA. **Aula sobre sistema Neural** - Fisiologia, Slideshare, nov. 2009. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/fisiounipampa/aula-sobre-sistema-neural-fisiologia/7>>

FINDER BRASIL. [Case] **Escola de São Paulo aplica soluções Finder para garantir eficiência energética de suas instalações**, Finder: Swith to the future, s.d. Disponível em: <<https://www.findernet.com/pt-br/brazil/news/case-escola-de-sao-paulo-aplica-solucoes-finder-para-garantir-eficiencia-energetica-de-suas>>

FOLHARIM, Fernanda Cândida. **Instituição de Ensino técnico Agrícola**, Relatório do processo metodológico de Concepção do Projeto Arquitetônico e Urbanístico e estudo preliminar de projeto apresentado conclusão de curso na Escola de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Meridional – IMED, Passo Fundo, 2018. Disponível em: <<https://www.imed.edu.br/Uploads/FERNANDA%20C%82NDIDA%20FOLHARIM.pdf>> Acesso em: 06 set. 2020.

FONSECA, Vitor da. **Importância das emoções na aprendizagem**: uma abordagem neuropsicopedagógica. Revista Psicopedagogia, São Paulo, v. 33, n. 102, p. 365-384, 2016. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862016000300014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 15 abr. 2020.

FOURTH DOOR. **Reinventing the School Space** – dRMM's Kingsdale School Sports Hall, 2007. Disponível em: <http://www.fourthdoor.org/annular/?page_id=414>.

FRACALOSSI, Igor. **Clássicos da Arquitetura**: Salk Institute / Louis Kahn, 2013. ArchDaily Brasil. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/78716/classicos-da-arquitetura-salk-institute-louis-kahn>> Acesso em: 31 jun. 2020. ISSN 0719-8906

FRANCH, Eva Brega; CAMACHO, Magdalena Mut. **El desarrollo de las ciudades desde la publicidad exterior y las neurociencias**. Opción, 2016, 32(7), 231-247. ISSN: 1012-1587. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31048480016>> Acesso em: 20 de jul de 2020.

FRANCO, Norma Moreira Salgado; MENDONÇA, André Rocha. **Telencéfalo**: Unidade VIII. PUC-RIO, s.d.

GAGE, Fred Harrison.; ERIKSSON Peter S.; PERFILIEVA Ekaterina; BJÖRK-ERIKSSON Thomas; ALBORN, Ann Marie; NORDBORG Claes., PETERSON Daniel A.. **Neurogenesis in the adult human hippocampus**. Nature Medicine, vol. 4, p. 1313–1317, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1038/3305>

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Compreenda o LEED**: Leadership in Energy and Environmental Design, 2020. Disponível em <<https://www.gbcbrazil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Compreenda-o-LEED-1.pdf>> Acesso em: 06 set. 2020.

GOULART, Nathalia. **Escolas internacionais:** por que Fuvest e Enem não são os alvos, Revista VEJA, Educação, 2013. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/educacao/escolas-internacionais-por-que-fuvest-e-enem-nao-sao-os-alvos/>>. Acesso em: 3 set. 2020.

HALL, Edward Twitchell. **A dimensão oculta**, São Paulo: Martins Fontes, 1ª edição, 2005.
HARROUK, Christele. "**Psicologia do espaço: as implicações da arquitetura no comportamento humano**" [*Psychology of Space: How Interiors Impact our Behavior?*] 06 abr. 2020. ArchDaily Brasil. (Tradutor LIBARDONI, Vinicius). Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/936143/psicologia-do-espaco-as-implicacoes-da-arquitetura-no-comportamento-humano>> Acesso em: 05 abr. 2020. ISSN 0719-8906

HELENE, André Frazão; XAVIER, Gilberto Fernando. **A construção da atenção a partir da memória.** Rev. Bras. Psiquiatr., São Paulo, v. 25, supl. 2, p. 12-20, Dec. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-44462003000600004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 mai. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-44462003000600004>.

HELLER, Eva. **A psicologia das cores:** como as cores afetam a emoção e a razão [tradução: Maria Lúcia Lopes da Silva], 1. ed., São Paulo: Gustavo Gili, 2013.

HIRASHIMA, Simone Queiroz da Silveira; ASSIS, Eleonora Sad de. Percepção sonora e conforto acústico em espaços urbanos do município de Belo Horizonte, MG. **Ambient. constr.**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 7-22, Mar. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212017000100007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 Out. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000100120>>.

INSTITUTE SALK. Visiting Salk: **About Salk Architecture.** Website, s.d. Disponível em: <<https://www.salk.edu/about/visiting-salk/about-salk-architecture/#:~:text=About%20Salk%20Architecture,to%20the%20betterment%20of%20humanity>>. Acesso em: 30 Jun 2020.

ISOGOOD, **Architectural details of the gothic cathedral of Amiens**, iStock, 2018, Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/portfolio/isogood?assettype=image&media_type=photography&phrase=isogood%20amiens&sort=mostpopular>.

IZQUIERDO, Ivan. **Memórias.** Estudos avançados, São Paulo, v. 3, n. 6, p. 89-112, ago. 1989. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141989000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso 10 abr. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0103-40141989000200006>.

KANDEL, Eric Richard; SCHWARTZ, James Harris. Brain and behavior, In: KANDEL *et al* **Principles of Neural Sciences**, 2ª Ed., Elsevier, 1985. Disponível em: <<http://atividadeparaeducacaoespecial.com/wp-content/uploads/2014/07/C%C3%89REBRO-E-COMPORTAMENTO1.pdf>> Acesso em: 26 Fev. 2020.

_____.; SCHWARTZ, James Harris; JESSEL, Thomas M. **Princípios da neurociência.** 4ª Edição – Barueri, SP: Editora Manole, 2003. ISBN 85-204-1281-5.

_____. **A Place and a Grid in the Sun**, Cell 159, December 4, 2014. Disponível em: <[https://www.cell.com/cell/pdf/S0092-8674\(14\)01510-4.pdf](https://www.cell.com/cell/pdf/S0092-8674(14)01510-4.pdf)>

KINGSDALE FOUNDATION SCHOOL. **Visit tour**, s.d. Disponível em: <<http://kingsdalefoundationschool.org.uk/virtual-tour/>>

_____. **Ofsted**. Jun. 2017. Disponível em: <<https://www.kingsdalefoundationschool.org.uk/Information/Ofsted>>. Acesso em: Jun. 2020.

KFS. **Kingsdale Foundation School** – A Brilliant School for Students, S.D. Disponível em: <<https://kingsdalefoundationschool.weebly.com/index.html>> Acesso em: Jun. 2020.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

LEATHER, Phil; PYRGAS, Mike; BEALE, Di; LAWRENCE, Claire. **Windows in the Workplace: Sunlight, View, and Occupational Stress**, Environment & Behavior, 30, 1998. Disponível em: <[https://www.scrip.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1601405](https://www.scrip.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1601405)> <<https://doi.org/10.1177/001391659803000601>> p. 739-762.

LIMA, Ramón Hypólito. **Um estudo sobre a participação do córtex entorrinal na consolidação e reconsolidação da memória de reconhecimento de objetos**, Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica do Instituto de Geriatria e Gerontologia da PUC RS – Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/2588/1/411309.pdf>> Acesso em: 19 abr. 2020.

LOMBROSO, Paul. **Aprendizado e memória**. Revista Brasileira de Psiquiatria, vol. 26, no. 3. Set, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-44462004000300011>. Acesso em: 8 abr. 2020.

MACHADO, Angelo. **Neuroanatomia funcional**. 2ª Edição – São Paulo: Editora Atheneu, 2004. ISBN 98-3182.

MARQUEZ, Ana. **Escola do Futuro: St. Nicholas School**. Galeria da arquitetura, s.d. Disponível em: <https://www.galeriadaarquitetura.com.br/projeto/aflalo-gasperini-arquitetos/_st-nicholas-school/3675> Acesso em: 21 ago. 2020.

MARTAU, Betina Tschiedel. **A luz além da visão: iluminação e sua relação com a saúde e bem-estar de funcionárias de lojas de rua e de shopping centers em Porto**. Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP: [s.n.], 2009. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/258754>> Acesso em: 10 abr. 2020.

MCA (MANOEL COELHO ARQUITETURA E DESIGN). **Colégio Positivo Internacional: Educacional**. Disponível em: <<http://www.mcaelho.com.br/?portfolio=colegio-positivo-internacional>> Acesso em: 06 set. 2020.

MEGACONSTRUCCIONES.NET. **Catedral de Notre-Dame Amiens**, Website de fotografias de arquitetura. Disponível em:
<<https://megaconstrucciones.net/?construccion=catedral-amiens>>.

MIGLIANI, Audrey. **Conselhos para iluminar espaços interiores para crianças**, ArchDaily Brasil, 30 Jan 2020. Acesso em: 18 ago. 2020. Disponível em:
<<https://www.archdaily.com.br/br/932492/iluminacao-de-interiores-para-criancas>> ISSN 0719-8906

GARCÍA, Juana Adriana Mirele. **Neuroarquitectura**: análisis de la incidencia de la forma del aula en las funciones cognitivas del alumnado. Dissertação de mestrado em Edificação e Gestão pela Universidade Politécnica de Valência, 2019. Disponível em:
<<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/128216/Mirele%20-%20Neuroarquitectura%3A%20An%C3%A1lisis%20de%20la%20incidencia%20de%20la%20altura%20del%20aula%20en%20las%20funciones%20cogn....pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 29 fev. 2020.

MIÑO, José. **Sistema Nervioso**, GoConqr, 2014. Disponível em:
<<https://www.goconqr.com/en/p/1738604?id=1738604>> Acesso em: 10 set. 2020.

LOZANO, Ana Mombiedro. **Entornos y desarrollo durante la niñez**: Neuroarquitectura y percepción en la infancia. Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa, [S.l.], n. 47, p. 55 - 68, dic. 2019. ISSN 1132-6239. Disponível em: <<https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/tarbiya2019.47.004>>. Acesso em: 28 fev. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/tarbiya2019.47.004>.

MONEO, Belén. **Neuroarquitectura** – Neurociencia, Ingeniería Hoy, s.d. Disponível em:
<<https://aeih.org/wp-content/uploads/2019/04/2017-11-Neuroarquitectura.pdf>>. p. 46.

MORA, Francisco. **NeuroArquitetura e Educação**: Aprendendo com muita luz. [Neuroarquitectura y Educación: Aprendiendo con mucha luz] 23 Mar 2014. ArchDaily Brasil. (Trad. Baratto, Romullo) Disponível em:
<<https://www.archdaily.com.br/184224/neuroarquitectura-e-educacao-aprendendo-com-muita-luz>> Acesso em 20 abr. 2020. ISSN 0719-8906.

NEVES, Juliana. **IED Parla | Arquitetura Sensorial com Juliana Neves**, palestra IED RIO, 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=1WtBGpvS8V4>> Acesso em: 01 ago. 2020.

NICOLELIS, Miguel. **VI Seminário de Direito Psicologia e Neurociência**: O verdadeiro criador de tudo, DIPSIN Direito, Psicologia e Neurociência, 7 de out. de 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OU-2skVMd4I&feature=share&fbclid=IwAR3Ne1So8SNc6k2AimV2StJiCOMHJ9hzOacYJfkOVE3DbyN7hyaeM2SLtlk&ab_channel=DIPSINDireito%2CPsicologiaeNeuroci%C3%A4ncia>. Acesso em: 7 out 2020. 7'11" – 11'36".

O GLOBO. **Bússola do cérebro está no córtex entorrinal**, uma das primeiras regiões atingidas pelo Alzheimer, 2014. Disponível em:
<<https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/bussola-do-cerebro-esta-no-cortex-entorrinal-uma-das-primeiras-regioes-atingidas-pelo-alzheimer-14875606>>. Acesso em: 19 abr. 2020.

O'KEEFE, John; NADEL, Lynn. **The Hippocampus as a Cognitive Map**, Oxford University Press, 1978; Disponível em: <<https://repository.arizona.edu/handle/10150/620894>>.

OLIVEIRA, Ana Beatriz Alves de. **Luz: elo entre neurociência e arquitetura**, Revista digital Especialize, IPOG, 2012. Disponível em: <<http://www.ipoggo.com.br/uploads/arquivos/5979990ba7a67a4d55a5942cb5950755.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

OLIVEIRA, Jefferson Dias de; BIONDI, Daniela; BATISTA, Antônio Carlos; REIS, Allan Rodrigues Nunho dos; NESI, Juliane. **Atenuação do ruído de tráfego de vias urbanas pela vegetação em Curitiba – Paraná**, Brasil. REVSBAU, Curitiba – PR, v. 13, n. 2, 2018, p. 13 - 26.

ORELLANA-ALVEAR, Boris; LÓPEZ-HIDALGO, Andrés; MALDONADO-MATUTE, Juan; VANEGAS-DELGADO, Vanessa. **Fundamentos de la biofilia y neuroarquitectura aplicada a la concepción de la iluminación en espacios físicos**. Revista Maskana, Simposio Internacional de Neurociencias, 2017.

PAIVA, Andrea de. **Princípios da NeuroArquitetura e do NeuroUrbanismo**, NEURAU, 2019a. Disponível em: <<https://www.neuroau.com/post/principios>>. Acesso em: abr. 2020.

PAIVA, Andrea de. **Efeitos da cor: insights da neuroarquitectura**, NEURAU, 2019b. Disponível em: <<https://www.neuroau.com/post/efeitos-da-cor-insights-da-neuroarquitectura>>. Acesso em: 02 ago. 2020.

PEDERSEN, Martin. **Como a arquitetura afeta seu cérebro: A ligação entre a neurociência e o ambiente construído** [*How Architecture Affects Your Brain: The Link Between Neuroscience and the Built Environment*] 18 Dez 2018. ArchDaily Brasil. (Trad. Pereira, Matheus) Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/907599/como-a-arquitetura-afeta-seu-cerebro-a-ligacao-entre-a-neurociencia-e-o-ambiente-construido>> Acesso em 1 abr. 2020. ISSN 0719-8906

PEREIRA, Alessandro Guimarães. **Técnicas de construção**, Rede e-Tec Brasil, Cuiabá - MT: UFMT, 2013 p. 88. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/profuncionario/cadernos/disc_ft_ie_cad_12_md_tecnicas_de_construcao.pdf

PRIETO, Carolina. **Resultado Enem por Escolas**: veja melhores e piores notas da sua cidade, Blog do Enem, 2019. Disponível em: <<https://blogdoenem.com.br/resultados-enem-escolas/>> Acesso em: 05 set. 2020.

PUC-RIO. **Sistema límbico**: Fundamentos em Bio-Neuro Psicologia, material desenvolvido por alunos do curso de Psicologia da PUC-Rio sob a orientação da professora Norma Moreira Salgado Franco, s.d. Disponível em: <<http://bio-neuro-psicologia.usuarios.rdc.puc-rio.br/sistema-l%C3%ADmbico.html#:~:text=A%20sua%20descoberta%20come%C3%A7ou%20atrav%C3%A9s,como%20%E2%80%9CCircuito%20de%20Papez%E2%80%9D.&text=Tem%20a%20fun%C3%A7%C3%A3o%20de%20coordenar%20odores%20e%20vis%C3%B5es%20agrad%C3%A1veis%20de%20emo%C3%A7%C3%B5es%20anteriores.>>

QEDU. Resultado do Enem por Escola em Curitiba, 2020a. Disponível em: <<https://www.qedu.org.br/cidade/3265-curitiba/enem?edition=2018&educationNetworkType=4>>. Acesso em: 08 set. 2020.

_____. Resultado do Enem por Escola em Curitiba/PR, 2020b. Disponível em: <<https://www.qedu.org.br/escola/271672-positivo-internacional-e---ei-ef/enem>>

_____. Resultado do Enem por Escola em Curitiba - 2018, 2020c. Disponível em: <<https://www.qedu.org.br/cidade/3265-curitiba/enem?edition=2018>>

QUERO BOLSA. **Escola St Nicholas Escola Anglo Brasileira – ENEM**, s.d. <https://querobolsa.com.br/escolas/escola-st-nicholas-anglo-brasileira/enem>. Acesso em: 06 set. 2020.

REDAÇÃO Ciclo Vivo. **Contato com a natureza previne Ansiedade, Depressão e Estresse**, 2019. Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/vida-sustentavel/bem-estar/contato-natureza-ansiedade-depressao-estresse/>>. Acesso em: 16 out 2020.

RODRIGUES, Larissa Caixeta. **Copy of Colégio Positivo Internacional**. Apresentação acadêmica. Prezi, 2015. Disponível em: <<https://prezi.com/lr42bi0pzs71/copy-of-colegio-positivo-internacional/>>. Acesso em: 12 out. 2020.

ROTH, Leland Martin. **Entender a arquitetura: seus elementos história e significado**, São Paulo: Gustavo Gili, 2017.

RUAS, Raíssa Fagá. **Fisiologia aplicada à psicologia: memória, aprendizagem, sistema nervoso autônomo, sistema endócrino**. Resumo de Fisiologia sobre memória, aprendizagem, sistema nervoso autônomo, sistema endócrino e glândulas da tireoide e paratireoide, Universidade Católica de Santos, sem data, p. 01. Disponível em: <<https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-catolica-de-santos/fisiologia-humana/resumos/fisiologia-aplicada-a-psicologia-memoria-aprendizagem-sistema-nervoso-autonomo-sistema-endocrino/4345869/view>>. Acesso em: 01 Mar 2020.

SALK INSTITUTE. **About Jonas Salk**, Salk Institute for Biological Studies, 2020a. Disponível em: <<https://www.salk.edu/about/history-of-salk/jonas-salk/>> Acesso em: 15 ago. 2020.

_____. **About Salk Architecture**, Salk Institute for Biological Studies, 2020b. Disponível em: <https://www.salk.edu/aesop-testing/>

SANTIN, Pablo; MATÉ, Cláudia; PELLIZZARO, Patrícia Costa. **Influência da arquitetura no ambiente escolar: projeto de uma escola no município de caçador**. Ignis, Caçador, v.7, n.3 set./dez. 2018, p. 97-118. Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ignis/article/view/1859>. Acesso em: 5 out 2020.

SANTOS, Juliana Feitosa dos; SELIGMAN, Lilian; TOCHETTO, Tania Maria. Conforto acústico na percepção de escolares alfabetizados. **Rev. soc. bras. fonoaudiol.**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 254-259, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rsbf/v17n3/04.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2020. <https://doi.org/10.1590/S1516-80342012000300004>.

SAPER, Clifford B.; IVERSEN, Susan; FRACKOWIAK, Richard. Integração da função

motora e sensória. In: KANDEL, Eric Richard; SCHWARTZ, James Harris; JESSEL, Thomas M.. **Princípios da neurociência**. 4ª Edição – Barueri, SP: Editora Manole, 2003. ISBN 85-204-1281-5.

SCHWARTZ, James Harris. Neurotransmissores, capítulo V, p. 280-281. In: KANDEL *et al* **Princípios da neurociência**. 4ª Edição – Barueri, SP: Editora Manole, 2003. ISBN 85-204-1281-5.

SERUCA, Tânia Catarina Mira. **Córtex pré-frontal**, funções executivas e comportamento criminal, 2013. Tese de doutorado. Instituto Universitário de Ciências Psicológicas, Sociais e da Vida (IPSA). Disponível em: <<http://repositorio.ispa.pt/bitstream/10400.12/2735/1/TES%20SERU1.pdf>> Acesso em: 2 abr. 2020.

SILVA, Jovânia Marques de Oliveira e; LOPES, Regina Lúcia Mendonça; DINIZ, Normélia Maria Freire. Fenomenologia. **Revista brasileira de enfermagem**. Brasília, v. 61, n. 2, p. 254-257, Apr. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672008000200018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 jul. 2020. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71672008000200018>>.

SOLÍS, Andrea Mariel Elizondo; HERRERA, Nora Livia Rivera. **El espacio físico y la mente**: Reflexión sobre la neuroarquitectura. Cuadernos de Arquitectura, Año 07 n°07, abril 2017. Disponível em: <<http://cuadernos.uanl.mx/pdf/num7/4.%20El%20Espacio%20Fisico=%20y%20la%20Mente.%20Reflexion%20sobre%20la%20neuroarquitectura.pdf>> Acesso em: 01 mar. 2020.

_____. **Desarrollo de estrategias para el logro de ambientes creativos en las escuelas de diseño**, dissertação de mestrado em Orientação Científica em Gestão e Inovação de Design. Universidade Autónoma de Novo Leão, Faculdade de Arquitetura, 2017. Disponível em: <<http://eprints.uanl.mx/14353/>>.

STOUHI, Dima. **Os benefícios da biofilia para a arquitetura e os espaços interiores**. [Bringing the Outdoors Inside: The Benefits of Biophilia in Architecture and Interior Spaces] 10 Nov 2019. ArchDaily Brasil. (Trad. Sbeghen Ghisleni, Camila). Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/927908/os-beneficios-da-biofilia-para-a-arquitetura-e-os-espacos-interiores>>. Acesso em: 9 out. 2020. ISSN 0719-8906

SPOTLIGHTMED_. **Sistema límbico**, Instagram, 2017. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/Ba9kzasnSJe/?taken-by=spotlightmed_>. Acesso em: 06 set. 2020.

SQUIRE, Larry Ryan; KNOWLTON, Barbara Jean. **Memory, hippocampus, and brain systems**. In: Gazzaniga MS, editor. The cognitive neurosciences. Cambridge: A Bradford Book; 1995. p. 825-37.

TAELLIOUS, Jason. **dreamsjung**: Salk Institute, Flickr, s.d. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/dreamsjung/>>

TECHNOLOGYNETWORKS. **Sadness Is Purple in Greece, White in China**: How People

Associate Colors With Emotions Around the World, Neuroscience News & Research, 2020. Acesso em: 19 out 2020. Disponível em: <https://www.technologynetworks.com/neuroscience/news/sadness-is-purple-in-greece-white-in-china-how-people-associate-colors-with-emotions-around-the-340357?fbclid=IwAR0-sYcVQS8ueAjhznNeQv_A_a_s8ofkEKW8Uw0mf_u7lNpVoaW79oGWZEs>

UNITED KINGDOM. **Kingsdale Foundation School**, activity, reports and ratings. Ofsted, 2017. Disponível em: <<https://reports.ofsted.gov.uk/provider/23/136309>> Acesso em: 17 mai 2020.

VALE, Francisco Assis Carvalho *et al*, **Proposta de um Glossário de termos traduzidos de uso frequente em Neurociências da Cognição e Comportamento**. Academia Brasileira de Neurologia, 2003. Disponível em: <<http://www.cadastro.abneuro.org/site/pdf/glossario.pdf>>.

VITERI, Diana Karina Flores. **La Neuroarquitectura aplicada a la Neurociencia enfocada a niños con discapacidades**, trabalho de conclusão de curso do Colegio de Arquitectura y Diseño de Interiores da Universidad San Francisco de Quito – USFQ, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6782/1/132552.pdf>>

WALDREP, Lee W. **Becoming an Architect: A guide in careers in design**. 2d. Ed, Hoboken, New Jersey: John Willey & Sons, 2010. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=tzsiiQ2wVv8C&pg=PA91&lpg=PA91&dq=jonas+salk+neuroarquitectura&source=bl&ots=ovVomRv4AJ&sig=ACfU3U2k-zgYxnkhG868XfyUDwLRKuYoQQ&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjpl6D3j-7oAhXdlbkGHR_xCdkQ6AEwBnoECAsQLw#v=onepage&q=jonas%20salk%20neuroarquitectura&f=false>.

WAN AWARDS 11. **AIB ARCHITECTURE**, Blog de arquitetura, s.d. Disponível em: <<https://aibarchitecture.blogspot.com/2011/10/wan-awards-11.html>> Acesso em: 10 abr. 2020.

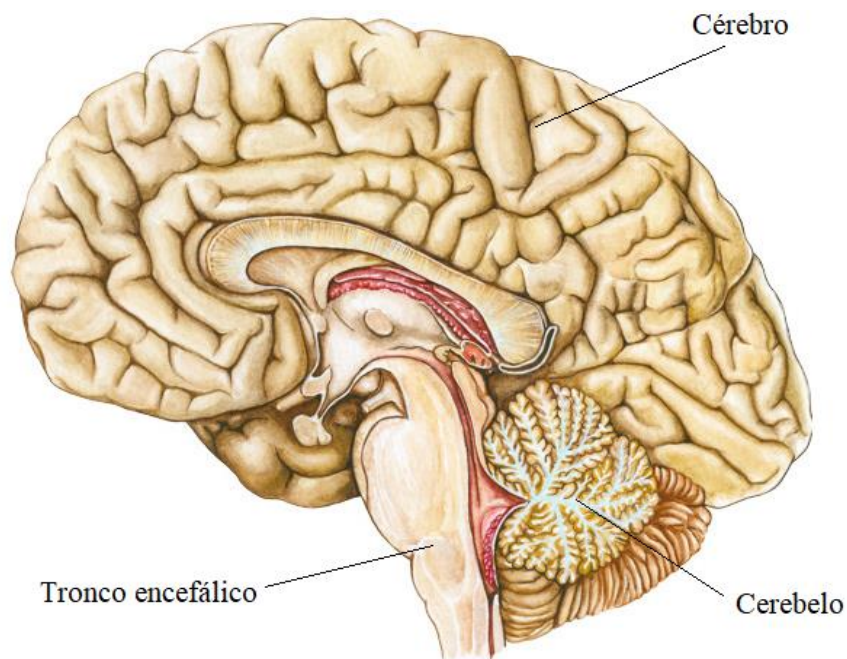
YAN, Lily; SOLER, Joel E.; ROBINSON, Alfred J.; NÚÑEZ Antonio A. **Light Modulates hippocampal function and spatial learning in a Diurnal Rodent Species: a study using male Nile Grass Rat (Arvicanthis niloticus)**, Hippocampus, 2017, 28 (3) p. 189-200, DOI: 10.1002/hipo.22822 Acesso em: 4 Mar 2020.

ZANATTA, Amanda Amorim et al. **Biofilia: produção de vida ativa em cuidados paliativos**. Saúde em Debate [online]. v. 43, n. 122, p. 949-965. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-1104201912223>>. Acesso em: 11 out 2020. ISSN 2358-2898. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201912223>.

ZEVI, Bruno. **Saber ver a arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

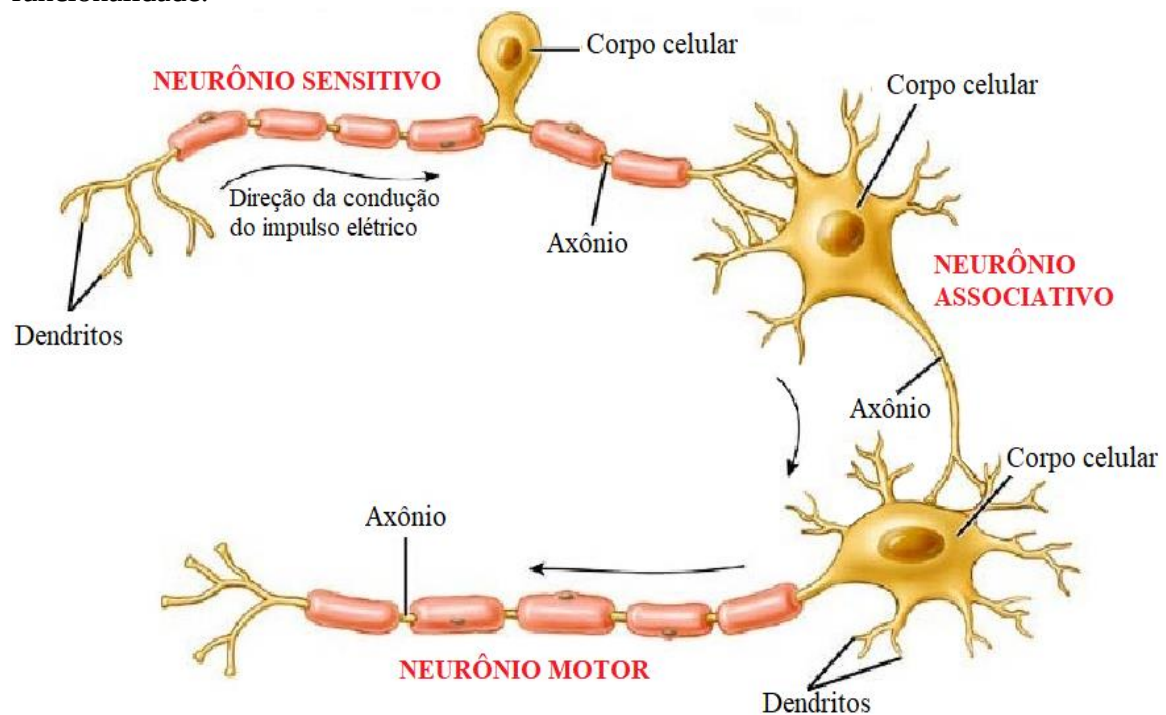
ANEXO A – NEUROANATOMIA

Figura 36 – Divisão básica do Encéfalo.



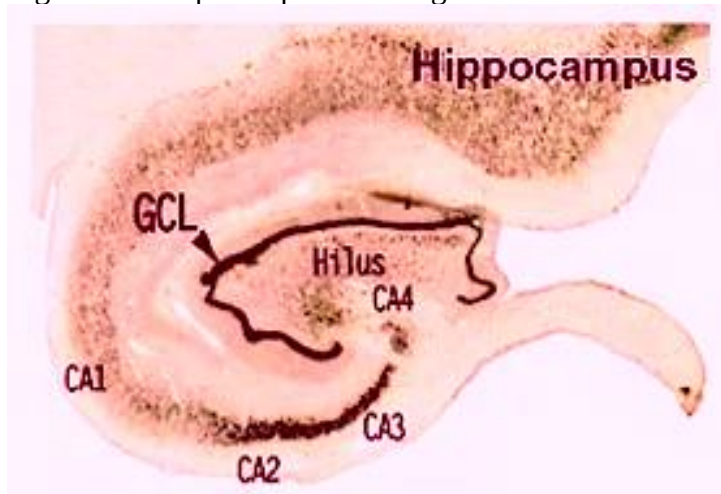
Fonte: MIÑO, 2014, disponível em: GoConqr. Imagem adaptada pela autora (2020).

Figura 37 – Representação gráfica dos tipos e partes dos neurônios de acordo com a sua funcionalidade.



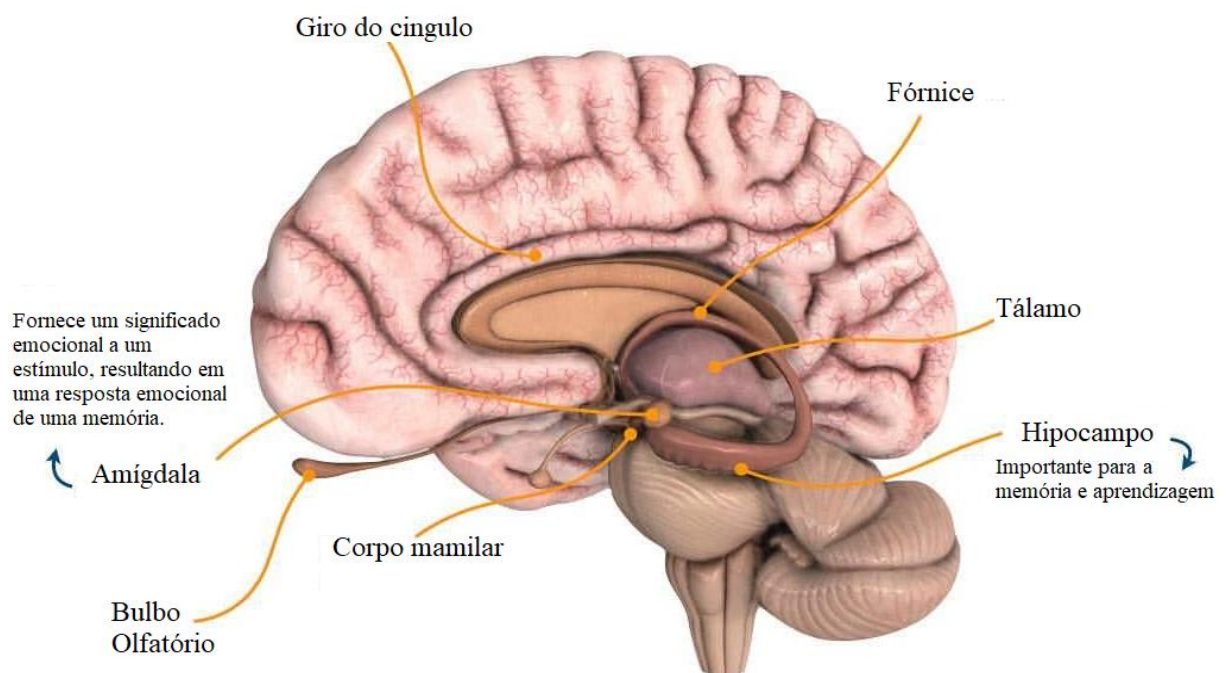
Fonte: FISIO UNIPAMPA, 2009.

Figura 38 – Hipocampo e suas regiões.



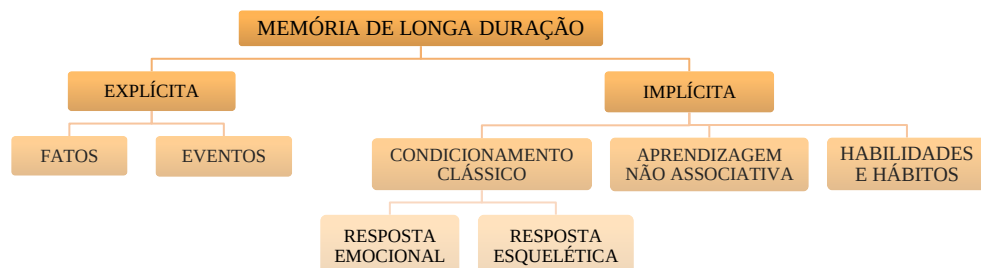
Fonte: Adaptada de GAGE et al, *Nature Medicine*, 1998.

Figura 39 – Estruturas do sistema límbico.



Fonte: SpotLightMED, s.d., tradução nossa.

Figura 40 – Taxonomia dos sistemas de memória de longa duração.

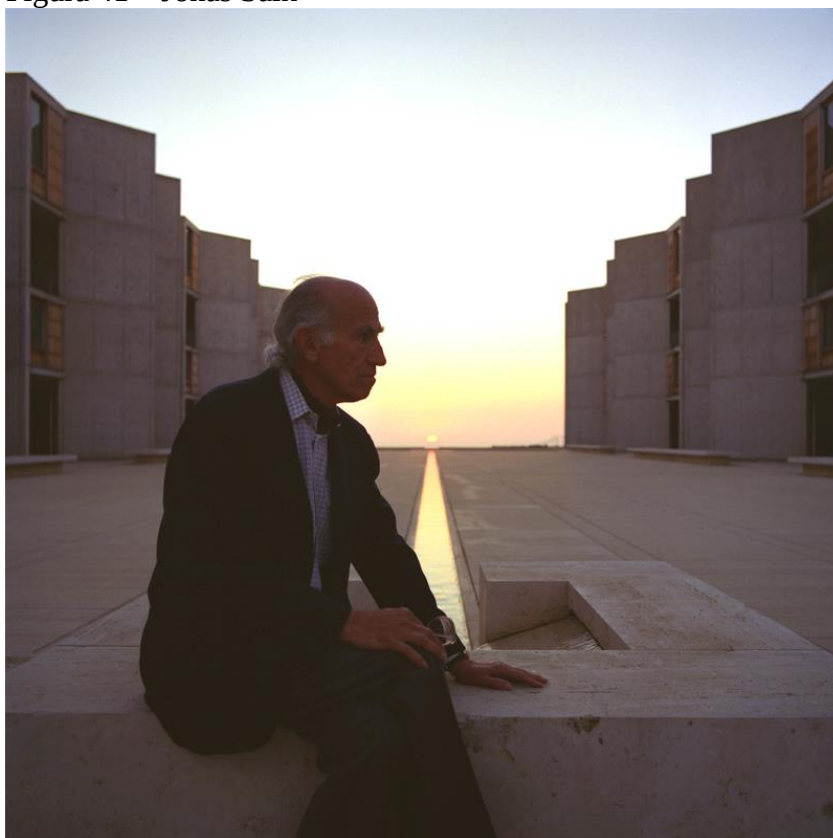


Fonte: Adaptado de HELENE; XAVIER, 2003 *apud* SQUIRE; KNOWLTON, 1995, p. 825-37.

APÊNDICE A – INTITUTO SALK

O Instituto Salk foi criado em 1960 por Jonas Salk (figura 41, abaixo), criador da primeira vacina segura e eficaz contra a poliomielite. A seleção de Louis Kahn, arquiteto de renome mundial, para projetar o centro de pesquisa se deu por Salk imaginar que era uma obra que contribuiria para a melhoria da humanidade⁵⁰ (INSTITUTE SALK, s.d., tradução nossa).

Figura 41 – Jonas Salk



Fonte: SALK INSTITUTE, 2020b.

Esta obra utiliza-se da simetria para compor duas estruturas espelhadas e divididas por meio de um amplo pátio exterior. Os edifícios que compõem o Instituto não se inserem na paisagem de maneira orgânica, isto é, se tornam protagonistas do espaço através de sua monumentalidade, e da estética brutalista adotada por Louis Kahn. Entretanto, relacionam-se bem com o entorno, permitindo a contemplação do Oceano Pacífico (FRACALOSSO, 2013, s.p.).

⁵⁰ Texto original: “The Salk Institute was established in 1960 by Jonas Salk, MD, developer of the first safe and effective polio vaccine. Salk selected world-renowned architect Louis I. Kahn to design the research facility he envisioned would contribute to the betterment of humankind (SALK INSTITUTE, 2020b, s.p.).

Figura 42 – Simetria e relação com a paisagem I.



Fonte: TAEILLIOUS, s.d. Fotografia: © dreamsjung.

Figura 43 – Simetria e relação com a paisagem II.



Fonte: FRACALOSSO, 2013. Fotografia: © Liao Yusheng.

Figura 44 – Representação em corte.



Fonte: FRACALOSSO, 2013.

Cada edifício tem seis pavimentos, sendo os três primeiros laboratórios e os três últimos, áreas de apoio. Estão conectados a torres salientes que abrigam os recintos de estudos individuais. As torres ao extremo leste dos edifícios contêm os sistemas de aquecimento, ventilação, entre outros, enquanto ao extremo oeste as torres apresentam seis pisos de escritórios e faceiam o oceano Pacífico, proporcionando um ambiente acolhedor e tranquilo para a concentração. A separação dos laboratórios e recintos de estudo individual foi deliberada, marcando as diferentes atividades (FRACALOSSO, 2013, s.p.).

O esquema de Kahn para o Instituto é espacialmente orquestrado de maneira semelhante a um mosteiro: uma comunidade intelectual isolada. Três zonas deveriam se destacar, todas

voltadas para o oceano a oeste: a Casa de Reuniões, a Vila e os laboratórios. A Casa de Reuniões deveria ser um grande local de comunidade e conferência, enquanto a Vila deveria ter fornecido alojamentos; cada parte do complexo seria então separada de seus vizinhos paralelos por um jardim aquático (CURTIS, 2013, p. 522, tradução nossa).

Figura 45 – Edifícios.



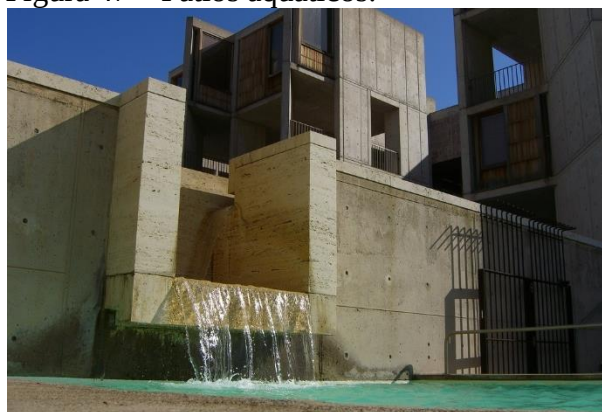
Fonte: FRACALOSS, 2013. Fotografia: © Liao Yusheng.

Figura 46 – Interior e campo visual da obra.



Fonte: FRACALOSS, 2013. Foto: © Liao Yusheng.

Figura 47 – Pátios aquáticos.



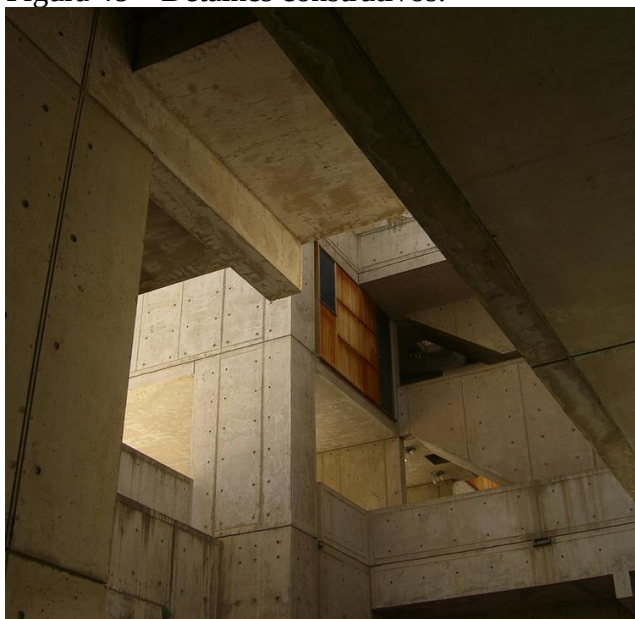
Fonte: TAEILLIOUS, s.d. Foto: © dreamsjung.

O plano de necessidades estabelecido por Salk para Kahn resumia-se na criação de espaços laboratoriais espaçosos e desobstruídos que pudessem ser adaptados ou expandidos de acordo com as necessidades, sempre em mudança, da pesquisa científica. Os materiais de construção tinham que ser simples, fortes, duráveis e com menor necessidade de manutenção possível. A obra-prima de Kahn consiste em duas estruturas de imagem espelhada [...]. Um

total de 29 estruturas se juntam para formar o Instituto⁵¹ (INSTITUTE SALK, s.d., tradução nossa).

O impacto da arquitetura pode ser particularmente sentido no pátio de mármore travertino. Importante notar é o uso criativo do espaço por Kahn e a grande utilização da luz natural. Em resposta às solicitações de Salk – de que o Instituto deveria ser um ambiente acolhedor e inspirador para a pesquisa científica –, Kahn “inundou” os laboratórios com a luz natural. Nos níveis de laboratório, ele construiu todas as paredes externas de grandes painéis de vidro para criar um ambiente de trabalho aberto e arejado. Os códigos de zoneamento local restringiam a altura dos edifícios, de modo que os dois primeiros andares foram subterrâneos. No entanto, isso não impediu o arquiteto de aproveitar a luz natural: ele projetou uma série de poços de luz de 15 metros de comprimento e 8 de largura em ambos os lados de cada edifício, para levar a luz natural para os níveis subterrâneos⁵² (INSTITUTE SALK, s.d., tradução nossa).

Figura 48 – Detalhes construtivos.



Fonte: FRACALOSS, 2013. Fotografia: © Liao Yusheng.

⁵¹ Texto original: *Salk directed Kahn to create spacious, unobstructed laboratory spaces that could be adapted to the ever-changing needs of science. The building materials had to be simple, strong, durable, and as maintenance-free as possible. Kahn's masterwork consists of two mirror-image structures [...]. A total of 29 structures join to form the Institute.*

⁵² Texto original: *"The impact of Kahn's architecture can be particularly felt in the travertine courtyard. Important to note are Kahn's imaginative use of space and high regard for natural light. In response to Salk's request that the Institute be a welcoming, inspiring environment for scientific research, Kahn flooded the laboratories with daylight. On the laboratory levels, he built all the exterior walls out of large, double-strength glass panes to create an open, airy work setting. Local zoning codes restricted the height of the buildings so that the first two stories had to be underground. This did not, however, prevent the architect from bringing in daylight: he designed a series of light wells 40 feet long and 25 feet wide on both sides of each building to bring daylight into the lowest level.*

APÊNDICE B – BIOFILIA

A relação estabelecida entre o ser humano e a natureza fomentou alterações significativas na percepção e representação dos elementos naturais ao longo do percurso evolutivo da espécie humana (ZANATTA *et al*, 2019, p. 950). Até porque a natureza por muito tempo foi o epicentro da experiência humana, fornecendo, mesmo antes do Neolítico, alimento, vestuário, ferramentas, entre outras coisas (NICOLELIS, 2020, 7'11"). Entretanto, tal relação, inicialmente instintiva, visando a sobrevivência, transformou-se com o advento da agricultura (ZANATTA *et al*, 2019, p. 950).

Todavia, os avanços tecnológicos decorrentes do domínio e exploração da natureza, não excluíram a necessidade de uma conexão entre pessoas e elementos naturais, demandando, após um relativo curto período de distanciamento – correspondente a menos de 5% da existência humana sob o globo –, a retomada gradual de atividades humanas vinculadas à natureza (ZANATTA, *et al*, 2019, p. 950).

Foi Edward Osborn Wilson, com a publicação da obra “*Biophilia*” (1984) (STOUHI, 2019, s.p.), quem definiu “biofilia” como o mecanismo intrínseco aos seres vivos, herdado após milhões de anos de coevolução junto às demais espécies. Aproximadamente uma década após o lançamento desta obra, foi promulgada a “Hipótese da Biofilia”, qual embasava a existência da necessidade humana de se relacionar com a natureza como meio de promoção de bem-estar biopsicossocial. Essa tese atuou colaborando para a constante valoração de espaços verdes no meio urbano, tais como parques, zoológicos, jardins, bosques, lagos e paisagens naturais, inclusive, para ser a possível a vinculação destes espaços com sensações de paz e tranquilidade (ZANATTA, *et al*, 2019, p.).

Atualmente, a concepção de espaços urbanos capazes de influir positivamente para a qualidade de vida de sua população é um desafio da contemporaneidade, pois, o meio urbano geralmente molda-se a partir de uma infraestrutura cinza (definida por suas estradas e edificações), complementada por uma infraestrutura verde (OSTOIC, *et al*, 2017 *apud* OLIVEIRA *et al*, 2018, p. 14). E o contraste entre ambas infraestruturas evidencia como a vegetação presente nos centros urbanos necessita de atenção, principalmente, devido aos benefícios que proporciona aos habitantes do meio urbano, sejam estes ecológicos, estéticos ou sociais (GRISE; BIONDI; ARAKI, 2016; LIVESLEY; ESCOBEDO; MORGENROTH, 2016 *apud* OLIVEIRA *et al*, 2018, p. 14).

Pesquisadores da Universidade de Chiba, no Japão, reuniram 168 voluntários e colocaram metade para passear em florestas e o grupo restante para andar nos centros

urbanos. As pessoas que tiveram contato com a natureza mostraram em geral uma diminuição de 16% no cortisol (hormônio do estresse), 4% na frequência cardíaca e 2% na pressão arterial. Na Austrália, um estudo produzido na Universidade Deakin mostra que a natureza oferece às pessoas momentos de liberdade e relaxamento, impactando positivamente o estado mental dos indivíduos e reduzindo sintomas de ansiedade e depressão. Na Holanda, pesquisadores do Centro Médico Universitário de Amsterdã constataram que pessoas que vivem próximas da natureza reduzem em 21% as chances de desenvolverem depressão. Os benefícios também envolvem uma melhora na qualidade do sono, no desenvolvimento cognitivo, na imunidade, nos problemas cardíacos e pulmonares, além de uma redução na ansiedade, na tensão muscular e na possibilidade de desenvolver doenças como obesidade e diabetes (REDAÇÃO, 2019, s.p.)

Inclusive, a partir de pesquisas realizadas no Brasil, observa-se a associação inversa entre a exposição às áreas verdes no entorno do domicílio e a presença de transtornos mentais comuns (BARRETO *et al*, 2019, p. 06). Há evidências que sugerem a ocorrência de efeitos benéficos proporcionados por áreas verdes urbanas na saúde mental dos indivíduos de renda mais baixa (até 1.500 reais) (BARRETO *et al*, 2019, p. 01) é maior que em indivíduos com uma renda superior, e tais benefícios não se encontram dependentes da realização de atividades físicas. Estes dados podem ajudar na compreensão de como o meio ambiente urbano pode afetar a saúde mental da população.

APÊNDICE C – PESOS E PORCENTAGENS PARA AFERIR A NEUROARQUITETURA.

O quadro 11 (ver abaixo), conforme os autores levantados no presente estudo, apresenta elementos essenciais para que uma obra seja considerada neuroarquitetura. Observa-se, inclusive, que a metade dos parâmetros são compostos por sub parâmetros que atribuem maior peso aos respectivos fatores.

Quadro 11 – Parâmetros e pesos.

PARÂMETRO	SUB PARÂMETRO	PESO	PESO TOTAL
CONFORTO LUMÍNICO	ILUMINAÇÃO NATURAL	20%	30%
	ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL	10%	
CONFORTO ACÚSTICO	-	-	15%
CONFORMAÇÃO ESPACIAL	CIRCULAÇÃO	5%	30%
	ESTARES	5%	
	DIMENSÕES	5%	
	PRESENÇA DE OBSTÁCULOS	5%	
	FORMAS GEOMÉTRICAS	5%	
	AMPLITUDE DO CAMPO VISUAL	5%	
BIOFILIA	PAISAGISMO	5%	10%
	APLICAÇÃO DE MATERIAS	5%	
APLICAÇÃO E USO DE CORES	-	-	10%
DESEMPENHO ESCOLAR	-	-	5%

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

APÊNDICE D – CORES E SENSações

As cores são capazes de produzir reações físicas e psicológicas. Como exemplo de reações físicas, se uma sala é pintada inteiramente de preto e ela estiver sujeita à recepção de raios solares, irá absorver tal radiação e aumentar muito a temperatura do ambiente; ou então, um pátio completamente pintado de branco em um dia ensolarado: o brilho refletido incomodará a visão dos usuários deste local. (PEREIRA, 2013, p. 88).

Quanto às reações psicológicas, sabe-se que os seres humanos conhecem muito mais sentimentos, mesmo que não consigam descrevê-los, do que cores (HELLER, 2013, p. 22). Entretanto, cada cor pode produzir muitos efeitos, frequentemente contraditórios, porque cada uma atua de maneira diferente nos indivíduos e se relaciona ao contexto (HELLER, 2013, p. 22; PEREIRA, 2013, p. 88).

Todavia, a alteração do humor e do ânimo causado por cores, geralmente está associada à sua temperatura, isto é, as cores frias, como o azul, o violeta e tons de verde, proporcionam sensação de calma e são repousantes. Já as cores quentes, como o amarelo, o laranja e o vermelho, trazem ao ambiente vivacidade, calor e alegria (PEREIRA, 2013, p. 88).

Devem-se evitar os excessos nos dois tipos de cores. Um ambiente carregado de cores frias pode ser desestimulante, monótono. Se o exagero for com as cores quentes, haverá uma sensação de calor e de ansiedade muito grandes (PEREIRA, 2013, p. 88).

O mesmo vermelho pode ter efeito erótico ou brutal, nobre ou vulgar. O mesmo verde pode atuar de modo salutar ou venenoso, ou ainda calmante. O amarelo pode ter um efeito caloroso ou irritante. Em que consiste o efeito especial? Nenhuma cor está ali sozinha, está sempre cercada de outras cores. A cada efeito intervêm várias cores – um acorde cromático. Um acorde cromático é composto por cada uma das cores que esteja mais frequentemente associada a um determinado efeito. Os resultados da pesquisa demonstram: as mesmas cores estão sempre associadas a sentimentos e efeitos similares. As mesmas cores que se associam à atividade e à energia estão ligadas também ao barulhento e ao animado. Para a fidelidade, as mesmas cores da confiança. Um acorde cromático não é uma combinação aleatória de cores, mas um efeito conjunto imutável. Tão importantes quanto a cor mais frequentemente citada são as cores que a cada vez a ela se combinam. O vermelho com amarelo e laranja tem outro efeito do que o vermelho com preto ou violeta; o verde com preto age de modo diferente do que o verde com o azul. O acorde cromático determina o efeito da cor principal (HELLER, 2013, p. 22).

Inclusive, um estudo abordando a relação da cor com a neurociência conseguiu concluir que, na verdade, pessoas de diferentes partes do mundo costumam associar as mesmas cores às mesmas emoções. Este foi o resultado de uma pesquisa detalhada com 4.598 participantes de 30 nações em seis continentes, realizada por uma equipe de pesquisa internacional. Isso permite obter uma visão abrangente e estabelecer que as associações cor-emoção são

surpreendentemente semelhantes em todo o mundo (TECHNOLOGYNETWORKS, 2020, s.p., tradução nossa⁵³).

As cores devem ser consideradas como uma nuance da linguagem arquitetônica e seu papel informativo, emocional e psicológico deve ser considerado ao projetar espaços, para permitir, além de maior beleza, maior conforto para as pessoas que usufruem cotidianamente da arquitetura.

⁵³ Texto original: *In fact, people from different parts of the world often associate the same colors with the same emotions. This was the result of a detailed survey of 4,598 participants from 30 nations over six continents, carried out by an international research team. "No similar study of this scope has ever been carried out," said Dr. Daniel Oberfeld-Twistel, member of the participating team at Johannes Gutenberg University Mainz (JGU). "It allowed us to obtain a comprehensive overview and establish that color-emotion associations are surprisingly similar around the world".*

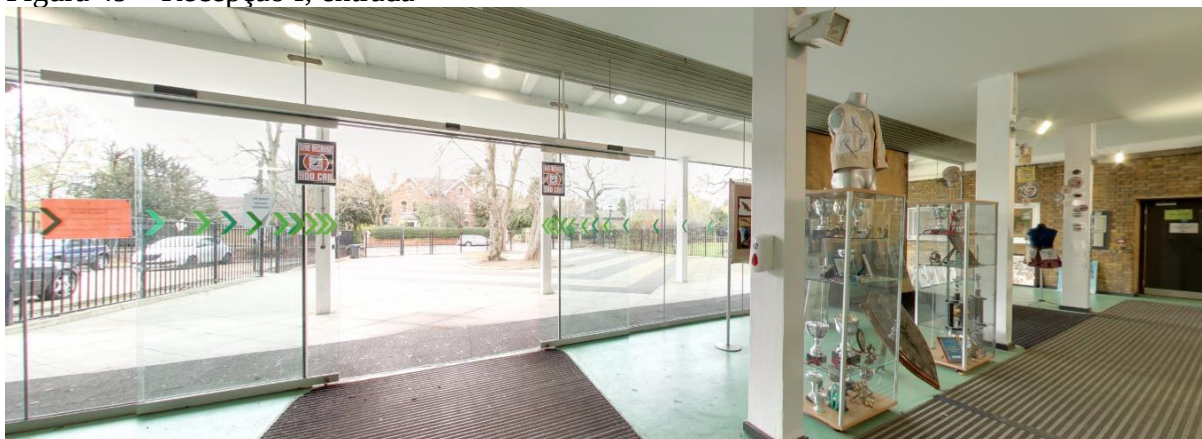
APÊNDICE E – Kingsdale Foundation School

Neste anexo serão apresentados registros fotográficos e informações complementares acerca da KFS. Entretanto, preliminarmente, apresenta-se esclarecimentos sobre o sistema de ensino que se desenvolve na Inglaterra (Reino Unido), âmbito deste correlato. Neste sistema:

Os alunos progridem [...] para secundário [equivalente ao ensino médio no Brasil] aos 11 anos de idade. Algumas áreas têm sistemas educacionais de três níveis com um nível intermediário de 9 a 13 anos. No âmbito do Currículo Nacional, todos os alunos são submetidos Testes Curriculares Nacionais (TCNs) para os fins do *Key Stage 2* nos principais temas de Alfabetização, Matemática e Ciências. Os alunos normalmente realizam os exames do GCSE⁵⁴ nos dois últimos anos do *Key Stage 4*, mas também podem optar por trabalhar para alcançar qualificações alternativas, como o GNVQ⁵⁵ (EASYEXPAT, s.p., 2018, tradução nossa)⁵⁶.

Acerca da conformação do espaço arquitetural, analisado no segundo capítulo do presente estudo, demonstram-se os itens:

Figura 49 – Recepção I, entrada



Fonte: Visit tour, KFS, s.d.

Apresenta-se a fotografia que revela o efeito causado pelas diferentes opacidades na cobertura/átrio:

⁵⁴ *General Certificate of Secondary Education*, ou em tradução livre, Certificado Geral de Ensino Secundário. Este é um sistema de exames públicos realizados em várias disciplinas a partir dos 16 anos de idade (CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, s.d., s.p.).

⁵⁵ *General National Vocational Qualification*, ou em tradução livre, Qualificação Profissional Nacional Geral, uma forma de qualificação profissionalizante disponível para alunos de 16 anos (CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, s.d, s.p).

⁵⁶ Texto original: “*Pupils progress from primary to secondary levels at age 11. A few areas have three-tier education systems with an intermediate middle level from age 9 to 13. Under the National Curriculum, all pupils undergo National Curriculum Tests (NCTs) towards the ends of Key Stage 2 in the core subjects of Literacy, Numeracy and Science. Pupils normally take GCSE exams in the last two years of Key Stage 4, but may also choose to work towards the attainment of alternative qualifications, such as the GNVQ*” (EASYEXPAT, 2018, s.p.).

Figura 50 – Detalhe da luz sob a cobertura de ETFE



Fonte: Fourth Door, s.d..

As figuras 50 e 51 apresentam os detalhes construtivos da estrutura geodésica e a implantação da escola em relação às ruas.

Figura 51 – Maquete da estrutura geodésica do auditório.



Fonte: dRMM. Fotografia © Alex de Rijke, Philip Marsh.

E por fim, para contribuir para a visualização da espacialidade da KFS, tem-se o corte desenvolvido pelo escritório dRMM. Nele, nota-se a dimensão do pé-direito em salas de aula, recepção, salas de apoio e no saguão principal do projeto.

Figura 52 – Representação do corte com escala humana.



Fonte: dRMM. Imagem © Alex de Rijke, Philip Marsh.

Acerca do desempenho escolar, da qualidade de ensino e infraestrutura da Kingsdale Foundation School, apresenta-se a seguir (figura 53) o último relatório disponibilizado pela Coroa Britânica em 2017.

Figura 53 – Resultado *outstanding* (em tradução livre: excelente) do relatório de inspeção, Ofsted⁵⁷.



Ofsted Inspection Report, June 2017

Six of the Best for Kingsdale

Overall Effectiveness: Outstanding

Effectiveness of Leadership and Management: Outstanding

Quality of Teaching, Leadership and Assessment: Outstanding

Personal Development, Behaviour and Welfare: Outstanding

Outcomes for Pupils: Outstanding

16 to 19 Study Programmes: Outstanding

Our latest Ofsted Report can be viewed by clicking [here](#) or by accessing the document linked below.

Fonte: Kingsdale Foundation School, Ofsted, 2017, s.p.

⁵⁷ Relatório integral está disponibilizado no seguinte link <<https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/sh-kingsdalefoundationschool-org-uk/media/downloads/136309%207.PDF>>