

Valéria Gonçalves da Cruz Monteiro

**AVALIAÇÃO DE RESPOSTAS CEREBRAIS DURANTE A INTERAÇÃO
INTERPESSOAL EM GRUPOS: teste de viabilidade de um protocolo
experimental com desenho colaborativo**

Dissertação apresentada à Faculdade
Israelita de Ciências da Saúde Albert
Einstein para a obtenção do título de Mestre
em Ciências da Saúde.

São Paulo

2022

Valéria Gonçalves da Cruz Monteiro

**AVALIAÇÃO DE RESPOSTAS CEREBRAIS DURANTE A INTERAÇÃO
INTERPESSOAL EM GRUPOS: teste de viabilidade de um protocolo
experimental com desenho colaborativo**

Dissertação apresentada à Faculdade
Israelita de Ciências da Saúde Albert
Einstein para a obtenção do título de Mestre
em Ciências da Saúde.

Orientadora: Dra. Joana Bisol Balardin

São Paulo

2022

Monteiro, Valéria Gonçalves da Cruz

Avaliação de respostas cerebrais durante a interação interpessoal em grupos : teste de viabilidade de um protocolo experimental com desenho colaborativo / Valéria Gonçalves da Cruz Monteiro. -- São Paulo, 2022.
xv, 95 f.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein. Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.

Título em inglês: *Evaluation of brain responses during interpersonal interaction in groups: feasibility test of an experimental protocol using collaborative drawing.*

1. fNIRS [não DeCS]. 2. Hyperscanning [não DeCS]. 3. Desenho colaborativo [não DeCS]. 4. Relações interpessoais. 5. Empatia. 6. Terapia pela arte.

Elaborada pelo Sistema Einstein Integrado de Bibliotecas

FACULDADE ISRAELITA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE ALBERT EINSTEIN

Coordenador do Curso de Pós-Graduação: Prof. Dr. Luiz Vicente Rizzo

Valéria Gonçalves da Cruz Monteiro

**AVALIAÇÃO DE RESPOSTAS CEREBRAIS DURANTE A INTERAÇÃO
INTERPESSOAL EM GRUPOS: teste de viabilidade de um protocolo
experimental com desenho colaborativo**

Presidente da banca: Dra. Joana Bisol Balardin

BANCA EXAMINADORA

Membros titulares:

Prof. Dr. Eduardo Juan Troster

Profa. Dra. Thenille Braun Janzen

Prof. Dr. Welbert de Oliveira Pereira

Membros suplentes:

Prof. Dr. Marcelo Camargo Batistuzzo

Profa. Dra. Mariana Penteado Nucci da Silva

Aprovada em: 20/01/2022.

Dedicatória

Para Catarina



Agradecimentos

Gratidão à Deus e sua Lei Maior, ao fluir da vida que me trouxe para este caminho. Gratidão aos meus pais e minha filha, sou melhor através de vocês.

Gratidão à Dra. Joana Bisol Balardin, orientadora primorosa, primeiro por ter acolhido o desafio de trabalhar com saberes tão distintos da prática médica, depois por sua generosa orientação, sua disponibilidade, didática e condução segura ao longo do processo. Gratidão à Jade Antunes por sua disponibilidade, dedicação e parceria neste projeto. Gratidão aos nossos voluntários e voluntárias, sem vocês este trabalho não seria possível.

Gratidão aos professores do programa, pelo acolhimento, pelos desafios propostos, pelo incentivo e por terem transformado assuntos tão difíceis em leveza, aprendizado, interação e crescimento. Agradeço aos meus colegas por me receberem no grupo, pelo carinho, cumplicidade e risadas, pelas discussões ricas e valiosas. Agradeço às amigas que carrego para a vida Ana Merzel Kremkraut, Marília Sirianni e Marina Iahn Aun.

Agradeço ao Hospital Israelita Albert Einstein, especialmente ao programa de pós-graduação, seus idealizadores, mantenedores e funcionários por tornar possível a realização deste mestrado.

Agradeço à Secretaria do programa, especialmente Laudiceia Almeida e Jaciele Conceição da Silva por sua disponibilidade, paciência e eficiência em nos manter sempre nos prazos.

Agradeço ao Instituto do Cérebro, especialmente as enfermeiras Alda Fernandes de Castro, Karina Fernandes Dias Correia e ao funcionário Paulo Rodrigo Bassan por sua disponibilidade e generosidade sempre.

Agradeço à Biblioteca do Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital Israelita Albert Einstein, e todas as atendentes por sua paciência e orientação.

Agradeço à Comissão Examinadora do Exame de Qualificação deste Mestrado, Dr. Eduardo Juan Troster, Dr. Rui Ferreira Afonso e Dra. Thenille Braun Janzen pela generosidade com o conhecimento e pelas valiosas observações que contribuíram para o amadurecimento deste trabalho.

Gratidão!

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana,
seja apenas outra alma humana.”

Carl Gustav Jung

Sumário

Dedicatória	v
Agradecimentos.....	vi
Lista de figuras	xi
Lista de tabelas	xii
Lista de abreviaturas	xiii
Resumo	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos.....	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 Interação interpessoal	4
2.2 A prática do desenho.....	8
2.2.1 Tarefas em desenho utilizadas neste protocolo	9
2.2.1.1 Desenho de observação.....	10
2.2.1.2 Desenho colaborativo	11
2.2.2 Testes psicológicos com desenho de figura humana e suas métricas	11
2.2.2.1 Teste Desenho da Figura Humana – Escala Sisto	12
2.2.2.2 Teste Casa-Árvore-Pessoa	12
2.3 Percepção visual	13
2.3.1 Percepção visual e comportamento de olhar.....	14
2.4 <i>Hyperscanning</i> e interação interpessoal.....	16
2.4.1 Paradigmas com música	18
2.4.2 Paradigmas em sala de aula	21
2.4.3 Paradigmas de comunicação	23
2.5 fNIRS.....	32
3 MÉTODOS	35
3.1 Aspectos éticos do estudo.....	35
3.2 Desenvolvimento do protocolo experimental	36
3.2.1 Tarefa experimental.....	37
3.2.1.1 A condição social: desenho colaborativo.....	37
3.2.1.2 A condição não-social: jogo de conectar os pontos.....	39
3.2.1.3 Adaptando o jogo para a aquisição do fNIRS.....	40

3.2.1.4 Paradigma experimental.....	40
3.2.1.5 <i>Software</i> para programação do paradigma	41
3.2.1.6 Procedimentos: instruções prévias aos participantes com relação ao jogo.....	42
3.2.2 Do equipamento fNIRS.....	42
3.2.2.1 Aquisição de dados	42
3.2.2.2 Configuração dos canais/optodos	43
3.2.2.3 Processamento e análise estatística dos dados de fNIRS	45
3.2.2.4 Configuração do aparelho fNIRS	45
3.2.2.5 <i>Software</i> de aquisição de dados.....	47
3.2.3 Dos participantes.....	47
3.2.3.1 Determinação amostral.....	47
3.2.3.2 Formação dos quartetos.....	48
3.2.3.3 Critérios de inclusão	48
3.2.3.4 Critérios de exclusão	49
3.2.3.5 Convite	50
3.2.3.6 Aspectos éticos relativos à participação de voluntários.....	50
3.2.4 Do cenário	50
3.2.5 Configuração de vídeo e aquisição de dados.....	52
3.2.5.1 Câmeras e gravação de vídeo.....	52
3.2.5.2 Análise de vídeo	53
3.2.5.3 Extração de dados.....	53
3.2.5.4 Segmentação	54
3.2.5.5 Codificação e análise.....	55
3.2.6 Métricas de desenho	56
4 RESULTADOS	58
4.1 Factibilidade de execução do protocolo	58
4.2 Dados demográficos, respostas comportamentais, de movimentos oculares e de desenho, obtidas com o protocolo.....	58
4.2.1 Dados demográficos e escalas aplicadas.....	58
4.2.2 Resultados comportamentais oriundos da tarefa experimental	59
4.2.2.1 Comportamento de olhares	59
4.2.2.2 Respostas comportamentais – intersecção entre comportamento de olhares e desenho.....	61
4.2.2.3 Respostas comportamentais de desenho.....	62

4.2.2.4 Respostas comportamentais – intersecção do resultado de escalas e métricas comportamentais	66
4.3 Resultados fNIRS	66
5 DISCUSSÃO	70
5.1 Factibilidade do protocolo experimental	70
5.2 Dados demográficos e escalas aplicadas.....	71
5.3 Medidas comportamentais.....	72
5.4 Medidas de fNIRS	75
6 CONCLUSÕES	78
7 ANEXOS.....	79
8 REFERÊNCIAS	88
Abstract	
Apêndice	

Lista de figuras

Figura 1. Sincronia biocomportamental em laços humanos	6
Figura 2 . Comportamento de sacada	15
Figura 3. Neurociências: abordagens em interações interpessoais.....	17
Figura 4. Desenvolvimento do protocolo experimental – passo a passo	36
Figura 5. Retratos colaborativos adquiridos durante as coletas do experimento.....	38
Figura 6. Jogo de ligar os pontos.....	39
Figura 7. Distribuição de optodos na touca 1.....	44
Figura 8. Organização das toucas	46
Figura 9. Cenário	52
Figura 10. Interface da plataforma Mangold e do vídeo para segmentação e codificação dos vídeos	55
Figura 11. Time-line de coleta	56
Figura 12. Exemplos de desenhos com repetição de imagens memorizadas estáveis	57
Figura 13. Desenhos efetuados pela participante de número 1 do quarteto 4 - Q4 S1	62
Figura 14. Desenhos efetuados pela participante de número 2 do quarteto 4 - Q4S2	.63
Figura 15. Desenhos efetuados pela participante de número 3 do quarteto 4 - Q4S3	.64
Figura 16. Desenhos efetuados pela participante de número 4 do quarteto 4 - Q4S3	.65
Figura 17. Padrão de ativação cerebral para cada participante durante as condições social e não social de desenho.....	67
Figura 18. Exemplo (um canal, hemisfério esquerdo) das modificações na concentração de oxy-hemoglobina observadas ao longo do experimento em cada um dos participantes	68
Figura 19. <i>Boxplot</i> das correlações cerebrais (oxy-hemoglobina) entre sujeitos ao longo do experimento.....	69

Lista de tabelas

Tabela 1. Estudos de interação interpessoal em grupos de mais de 3 membros utilizando fNIRS e as áreas alvo estudadas em seus paradigmas	7
Tabela 2. Estudos de Hyperscanning em interação interpessoal em grupos.....	27
Tabela 3. Condição social da tarefa experimental - desenho do experimento	38
Tabela 4. Uma das três sequências de randomização das tarefas (social e não social) entremeadas por períodos de descanso	41
Tabela 5. Caracterização demográfica e resultados das escalas utilizadas	58
Tabela 6. Comportamento de olhares e tempos totais em Q4.....	60
Tabela 7. Dados comportamentais gerais.....	61

Lista de abreviaturas

arMPFC	Porção anterior e rostral do córtex pré-frontal medial (<i>Anterior rostral medial prefrontal cortex</i>)
ASRS-18	Escala de Avaliação de Desatenção e Hiperatividade (<i>Adult Self-Report Scale</i>)
ATL	Lobos temporais anteriores (<i>Anterior temporal lobes</i>)
BAs	Áreas frontais de Brodmann (<i>Frontal Brodmann areas</i>)
CIMBN	Método de modelagem de múltiplos cérebros (<i>Cluster imaging of multi-brain networks</i>)
Cz	Linha média central da cabeça
DFH	Desenho de figura humana
DMN	Rede de Modo Padrão (<i>Default mode network</i>)
dmPFC	Córtex pré-frontal dorso medial (<i>Dorso-medial prefrontal cortex</i>)
EEG	Eletoencefalograma
EMG	Eletroniográficos
EOG	Eleto-oculográficos
FF	Seguidor-seguidor (<i>Follower-follower</i>)
GSR	Resposta galvânica da pele (<i>Galvanic skin response</i>)
HTP	Casa-Árvore-Pessoa (Teste <i>House-Tree-Person</i>)
IFG	Giro frontal inferior (<i>Left inferior frontal gyrus</i>)
INS	Neuro sincronização interpessoal (<i>Interpersonal neural synchronization</i>)
IPS	Sincronização interpessoal (<i>Interpersonal synchronization</i>)
LF	Líder-seguidor (<i>Leader-follower</i>)
mPFC	Córtex pré-frontal medial (<i>medial pre-frontal cortex</i>)
NIR	Luz próxima ao infravermelho (<i>Near infrared</i>)
PreC	<i>Precuneous</i>
pSTC	Córtex temporal superior posterior (<i>Posterior superior temporal cortex</i>)
STS	Sulco temporal superior (<i>Superior temporal sulcus</i>)
RMf	Ressonância magnética funcional
TDAH	Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade
TPJ	Junção temporoparietal (<i>Tempo-parietal junction</i>)
vmPFC	Córtex pré-frontal ventro-medial (<i>Ventro-medial prefrontal cortex</i>)

Resumo

Introdução: A interação interpessoal é um componente importante dentro do processo de criação de vínculos empáticos. Grande parte do conhecimento sobre este comportamento e seus correlatos neurais, entretanto, advém de estudos que utilizam abordagens de pessoa única ou segunda pessoa, isto porque a experimentação naturalística em dinâmicas sociais de grupo apresenta diversos desafios metodológicos. **Objetivo:** Desenvolver um protocolo experimental naturalístico para avaliação de respostas cerebrais e comportamentais durante a interação interpessoal em grupos utilizando uma dinâmica de desenho colaborativo. **Métodos:** O protocolo consistiu na utilização combinada da técnica de fNIRS, para avaliação das respostas hemodinâmicas do córtex pré-frontal medial (área cerebral previamente relacionada à cognição social), e da observação baseada em vídeo, para mensuração de comportamentos de interação social. Foi desenvolvido um paradigma de desenho em bloco nos quais uma condição social foi comparada a uma condição controle não-social. A condição social foi inspirada em uma atividade de dinâmica de grupo naturalística (i.e. desenho colaborativo). A factibilidade do protocolo foi avaliada em quartetos de jovens desconhecidos. Para descrever as respostas comportamentais de interação, foram utilizadas métricas de olhares compartilhados derivadas da análise de vídeo. Métricas de desenho quantitativas e qualitativas foram utilizadas para caracterizar habilidades individuais. A amplitude das respostas hemodinâmicas e sincronização dos sinais obtidos com o fNIRS foram utilizadas para caracterizar os correlatos neurais. **Resultados:** Das 4 coletas realizadas, um quarteto foi excluído por controle de qualidade dos sinais de fNIRS, e dois por problemas técnicos da gravação do vídeo. Um maior número de olhares compartilhados foi observado na condição social do protocolo em relação à condição não-social. A complexidade dos traços de desenho apresentou diferenças qualitativas com o aumento progressivo da representação de detalhes oriundos da observação dos parceiros. A sincronicidade dos sinais cerebrais foi observada somente na parte final da interação. **Conclusões:** A execução do protocolo é parcialmente viável devido a fatores como a alta complexidade técnica em aferir simultaneamente múltiplas medidas de desfecho (comportamento de desenho, gravação de vídeo e sinais de fNIRS) e a alta demanda cognitiva da tarefa de desenho colaborativo. A partir destas observações, são descritas

sugestões e alternativas para a melhoria do desenho do estudo em potenciais futuras aplicações.

Descritores: fNIRS [não DeCS]; Hyperscanning [não DeCS]; Desenho colaborativo [não DeCS]; Relações interpessoais; Empatia; Terapia pela arte

1 INTRODUÇÃO

O comportamento de interação interpessoal é um componente importante dentro do processo de conexão e criação de vínculos empáticos. Pesquisas indicam que este comportamento pode se expressar na ocorrência de sincronicidade, quando sinais biológicos e comportamentais se alinham durante o contato social, ainda que entre pessoas que estão interagindo pela primeira vez.⁽¹⁻³⁾ Grande parte dos estudos sobre as interações sociais e seus mecanismos neurais subjacentes usam uma abordagem de pessoa única ou segunda pessoa,^(2,4) e pouco se sabe sobre a transposição deste conhecimento para dinâmicas sociais de grupo. A avaliação das respostas interpessoais em grupos de três ou mais indivíduos constitui um desafio para a pesquisa científica pois é preciso trazer para o laboratório o ambiente complexo que envolve as interações sociais no dia a dia do ser humano em condições naturalísticas.⁽⁵⁾

Neste contexto, a técnica de fNIRS é uma ferramenta promissora para a avaliação das relações entre a interação interpessoal em contextos naturalísticos e seus correlatos cerebrais. Isto porque o fNIRS é uma técnica que apresenta menos restrições de mobilidade dos participantes, quando comparado à ressonância magnética funcional (RMf), além de ser resiliente a artefatos de movimento.^(6,7) O fNIRS avalia os efeitos hemodinâmicos em resposta à ativação cerebral que ocorre a partir das mudanças nas hemoglobinas oxigenadas e desoxigenadas e que podem ser calculadas pela quantidade de difusão da luz infravermelha através do tecido do escalpo. Estudos prévios demonstram a flexibilidade e robustez da técnica em experimentos ecológicos em *hyperscanning* e no potencial de expandir o conhecimento em neurociência aplicada.^(6,8)

A escolha da tarefa experimental para a avaliação naturalística dos correlatos neurais de processos de interação social em grupos é uma etapa crucial nos estudos de neurociência aplicada.⁽⁹⁾ Alguns dos exemplos já relatados na literatura com o uso de fNIRS em paradigmas em grupo incluem: performance musical;⁽¹⁰⁻¹²⁾ interação em sala de aula;⁽⁸⁾ e comunicação.⁽¹³⁻¹⁷⁾

Um dos aspectos ainda não explorados pelos estudos prévios é o uso de jogos de desenho que tenham como característica principal a manipulação de componentes empáticos para avaliar a interação social. Neste contexto, um dos jogos

frequentemente utilizados para induzir entrosamento social em dinâmicas entre desconhecidos é o jogo do desenho colaborativo.^(18,19) Trata-se de uma dinâmica onde dividimos folhas de papel em partes iguais e desafiamos os participantes do grupo entre si a desenhar autorretratos compartilhados de todos os seus integrantes. Assim, ao final, cada membro terá seu retrato desenhado a várias mãos por seus parceiros de maneira colaborativa.

O objetivo é promover uma rápida integração entre desconhecidos, provocada pelo direcionamento da atenção visual para as faces dos parceiros de grupo, sendo considerada uma atividade “quebra-gelo”, pois pode favorecer a curiosidade pelo outro e consequentes processos empáticos entre os membros.⁽¹⁹⁾

Uma das vantagens da utilização de tarefas de desenho desta natureza é a sua simplicidade, facilidade de reprodução⁽²⁰⁾ e o fato de não requerer nenhum treinamento técnico específico, como nos casos de paradigmas envolvendo performances musicais,⁽²¹⁻²⁴⁾ por exemplo. Esta simplicidade ainda nos favorece na escolha de um estímulo mais naturalístico e inserido dentro de um contexto social.^(4,9,25)

Além de instrumento para indução de comportamentos sociais em grupo, o desenho também é considerado uma ferramenta para avaliação psicológica.⁽²⁶⁾ Alguns testes psicológicos gráfico-projetivos como Casa-Árvore-Pessoa (HTP – *House-Tree-Person*);⁽²⁷⁻²⁹⁾ Desenho da Figura Humana – Escala Sisto;⁽²⁷⁾ Desenho da família cinética;⁽³⁰⁾ são usados de forma complementar à diagnósticos de forma qualitativa e quantitativa. Seus resultados normalmente expressam processos inconscientes, dando pistas sobre o sistema simbólico individual, e, portanto, interpretações de mundo, experiências, afetos, etc.

A prática do desenho nos faz pensar, nos ajuda a criar significado para experiências e coisas, agregando sensações, sentimentos, pensamentos e ação.⁽³¹⁾ Ele nos dá pistas de como percebemos e processamos estas experiências da vida,⁽²⁶⁾ pois utiliza códigos visuais para nos permitir o seu entendimento, comunicar pensamentos ou sentimentos tornando-os acessíveis à manipulação e assim nos abrindo a possibilidade de novas ideias e leituras.⁽³¹⁾

Em Arteterapia constitui ferramenta para trabalho de atenção, memória, organização de pensamentos e sentimentos⁽³²⁾ e pode ser utilizado como um meio favorável para produzir interação social.⁽³³⁾

Esta dissertação teve como proposta desenvolver um protocolo experimental naturalístico para avaliação de respostas cerebrais vasculares e

comportamentais durante a interação interpessoal em quartetos utilizando uma dinâmica de desenho colaborativo. A avaliação das respostas cerebrais vasculares é proposta para o quarteto e as medidas comportamentais individuais. Também foi avaliada a viabilidade do protocolo proposto em termos operacionais e em aferir diferentes potenciais medidas de desfecho. Nos próximos capítulos são apresentadas a revisão de literatura pertinente ao tema que serviu como embasamento teórico da dissertação, os métodos estabelecidos para o desenvolvimento do protocolo, os resultados do teste de viabilidade e pôr fim a discussão dos principais resultados.

1.1 Objetivos

1. Desenvolver um protocolo experimental naturalístico para avaliação de respostas cerebrais vasculares e comportamentais durante a interação interpessoal em grupos utilizando uma dinâmica de desenho colaborativo;
2. Determinar a factibilidade de execução do protocolo;
3. Descrever as respostas comportamentais, de movimentos oculares e de desenho, obtidas com o protocolo;
4. Descrever as respostas cerebrais vasculares do fNIRS obtidas com o protocolo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão de literatura compreendeu quatro partes distintas: em primeiro lugar visitamos a seara das interações interpessoais e vinculação empática; a seguir discorreremos sobre *Hyperscanning*, *hyperscanning* e interação interpessoal (as técnicas de *hyperscanning* utilizadas em grupos de 3 ou mais indivíduos) e a técnica escolhida para o protocolo, fNIRS; a prática do desenho e o desenho como instrumento educacional e na saúde; e por fim o comportamento de olhar (que constitui uma de nossas medidas de desfecho).

2.1 Interação interpessoal

Interações sociais estão apoiadas em processos neuropsicológicos fundamentais e podem ser definidas como processos em que dois ou mais indivíduos que estão em contato significativo interajam resultando em modificação de comportamentos.⁽³⁴⁾ Esta definição traz em si a implicação de individualmente necessitarmos de habilidades socioemocionais e cognitivas para reagirmos em reciprocidade e adaptação.⁽³⁴⁾ Emoção e sentimentos são um componente importante desta equação. Dolcos et al.⁽³⁵⁾ teorizam que os fenômenos afetivos (termo que compreende ambos aspectos biológicos e psicológicos) são determinantes da qualidade da relação do indivíduo com o ambiente e se beneficiam de um processamento perceptivo melhorado.

Os processos cognitivos sociais são um componente fundamental do comportamento de interação social humana.⁽³⁴⁾ A cognição social tem função interpessoal⁽³⁶⁾ e se define como a sequência de processos neuropsicológicos⁽³⁴⁾ que suportam a habilidade individual de reconhecer, codificar e simular ações intencionais dos outros e a partir delas planejar ações.⁽³⁷⁾ Este processo envolve três domínios distintos: a percepção social (de informações como expressões emocionais obtidas pelos rostos, por exemplo) a compreensão social (captação de estados cognitivo-emocionais de terceiros) e por fim, a tomada de decisões sociais (a partir da consideração dos dois primeiros domínios, bem como aspectos éticos, financeiros, individuais, etc.).⁽³⁷⁾

Modelos de psicologia cognitiva apontam para a participação de pelo menos três sistemas de processamento em comportamentos de interação social. O primeiro deles está relacionado a mecanismos de motivação e recompensa.⁽¹⁾ A interação interpessoal tem um valor motivacional que lhe é intrínseco e combina respostas hedônicas com motivação por contato, comportamento direcionado e aprendido. O segundo sistema refere-se à simulação incorporada, ou espelhamento, o que dá origem a empatia emocional.^(1,37) Este diz respeito ao mecanismo evolutivo que permite com que, através de um sistema de representação interno, um ser humano recrie a realidade de outro ser humano. Além disso, integra informações afetivas e internas, que ressoam com estados mentais e emoções, fixando-os no momento presente e dando a eles significado próprio.⁽¹⁾ O terceiro sistema é chamado de empatia cognitiva, ou Teoria da Mente,⁽³⁷⁾ que envolve a habilidade de apreciar múltiplas perspectivas e de entender as necessidades, desejos e maneira de pensar do outro,⁽³⁸⁾ sem deixar de considerar os seus próprios.⁽¹⁾

Interação social envolve o conceito de “conhecer um ao outro”, o que implica em envolvimento, o outro visto não como um objeto, mas como uma pessoa. Este processo de olhar o outro ativa nosso sistema de recompensas.⁽³⁹⁾ Estudos recentes apontam que recompensas sociais geram respostas positivas relevantes para autoação e que por sua vez, o processamento destas respostas gera engajamento para a interação social.^(34,39-41)

Os processos biológicos e comportamentais, por sua vez, podem se alinhar durante a interação entre duas ou mais pessoas;^(2,3,36,42-44) Assim sendo a sincronicidade de comportamentos e de sinais biológicos pode constituir um indicador da existência de interação interpessoal.⁽⁴⁵⁻⁵¹⁾

Feldman⁽¹⁾ teoriza que a sincronização pode ocorrer através de quatro sistemas: o comportamento não verbal, as funções autonômicas (como ritmo cardíaco), a coordenação e liberação hormonal, e a sincronicidade entre cérebros. Entre desconhecidos há evidências de alinhamento de sinais comportamentais (como o comportamento de olhares) e biológicos (Figura 1), além da sincronização entre cérebros (área de mentalização).^(1-4,7,8)

Sincronia Biocomportamental em laços humanos



Fonte: Traduzido e adaptado de Feldman R. The neurobiology of human attachments. Trends Cogn Sci. 2017;21(2):80-99. Figure 2. Biobehavioral synchrony in human attachments; p. 89.⁽¹⁾

Figura 1. Sincronia biocomportamental em laços humanos

Apesar disto, os processos cognitivos bem como os mecanismos cerebrais envolvidos neste processo ainda precisam ser melhor estudados e conhecidos.^(4,34,45,52,53) Apenas recentemente as técnicas de neuroimagem têm sido utilizadas para mapeamento da função e conectividade de regiões cerebrais em dinâmicas entre indivíduos em interação interpessoal.^(4,54) A chamada técnica de *hyperscanning*, pela qual é possível estudar o fenômeno de sincronia cerebral interpessoal,⁽⁵⁴⁾ ou seja, a medição simultânea da atividade cerebral de dois ou mais indivíduos, tem sido utilizada com diferentes modalidades de imagem, como RMf, eletroencefalograma (EEG) e fNIRS.⁽⁴⁾

Já se sabe que cérebros individuais em interação parecem criar uma “rede”, como um princípio de otimização que por sua vez cria um comportamento bidirecional de sincronização, mas os mecanismos neurais subjacentes à influência desta coordenação ainda precisam ser melhor estudados.⁽⁵⁴⁾

Os correlatos neurais destes processos cognitivos envolvidos na interação social têm sido revelados predominantemente por estudos de RMf. Nestes processos é particularmente importante a atividade da junção temporoparietal (TPJ – *tempo-parietal junction*) e da região do córtex pré-frontal medial (mPFC – *medial pre-frontal cortex*). A TPJ é uma região comumente ativada em tarefas de Teoria da Mente, nas quais existe a necessidade de julgamento da intenção do outro.^(1,34,38) Já o

recrutamento da região do mPFC em tarefas de interação social tem sido explicado como um correlato de processos de controle do comportamento, entre eles a autorregulação.^(55,56)

Outra área cerebral associada a interações sociais em estudos mais recentes é a porção anterior e rostral do córtex pré-frontal medial (arMPFC – *anterior rostral medial prefrontal cortex*).⁽³⁹⁾ Estudos (Tabela 1) apontam ainda que esta área tem papel primordial na modulação do processamento de informação visual em contextos sociais,⁽⁵⁷⁾ e processamento de recompensas.⁽³⁹⁾ Estas três áreas cerebrais são, portanto, candidatas *a priori* para avaliação com o fNIRS.

Tabela 1. Estudos de interação interpessoal em grupos de mais de 3 membros utilizando fNIRS e as áreas alvo estudadas em seus paradigmas

Autores	Grupo	Modulador	Área alvo cerebral
Brockington et al. ⁽⁸⁾	4 membros	Assistir a uma palestra	Cortex pré-frontal e TPJ
Duan et al. ⁽¹⁰⁾	9 membros	Tocar tambor em grupo	Cortex pré-frontal e TPJ
Ikeda et al. ⁽¹¹⁾	24 ou 25 membros	Grupo caminhando com ou sem ritmo constante	Córtex pré-frontal, região frontopolar
Liu et al. ⁽¹²⁾	9 membros	Batuque juntos	Córtex pré-frontal e TPJ
Jiang et al. ⁽¹³⁾	3 membros	Liderança - jogo de solução de problemas	TPJ e IFG
Nozawa et al. ⁽¹⁴⁾	4 membros	Jogo colaborativo (jogo de cadeia de palavras)	Córtex pré-frontal, região frontopolar
Dai et al. ⁽¹⁵⁾	3 membros	Discussão livre	Córtices esquerdo frontal/Temporal/Parietal
Lu et al. ⁽¹⁶⁾	3 membros	<i>Brainstorming</i> colaborativo	Córtex pré-frontal, região frontopolar
Lu et al. ⁽¹⁷⁾	3 membros	<i>Brainstorming</i> dirigido	Cortex Pré-frontal dorsolateral, bilateral e frontopolar

TPJ: junção temporoparietal; IFG: giro frontal inferior.

Não podemos perder do quadro, no entanto, que estas regiões cerebrais trabalham em conjunto. Estudos recentes indicam que os comportamentos sociais são processos complexos e de alto nível, e que engajam uma sobreposição significativa de circuitos neurais.⁽³⁴⁾ Este fato sugere a existência de uma estrutura cerebral integradora,⁽³⁴⁾ com uma arquitetura funcional sincronizada que atua hierarquicamente⁽³⁸⁾ e que ocorre em larga escala e suporta nossos comportamentos sociais.

Wang et al.⁽³⁸⁾ menciona uma rede de mentalização que inclui a TPJ, *precuneous* (PreC), lobos temporais anteriores (ATL – *anterior temporal lobes*), córtex pré-frontal dorso medial (dmPFC – *dorso-medial prefrontal cortex*) e córtex pré-frontal ventro-medial (vmPFC – *ventro-medial prefrontal cortex*). Feng et al.,⁽³⁴⁾ em outra

metanálise, também identificou na literatura redes que suportam interações sociais, entre eles a Rede de Modo Padrão (DMN – *default mode network*) cujo papel seria crítico no comportamento de interação social por mediar processos cognitivos e afetivos. Atuam na rede DMN as áreas vmPFC, dmPFC e TPJ.

O futuro de estudos relativos à interação interpessoal aponta cada vez mais para a perspectiva de rede, ou seja, o estudo da interação funcional destas áreas cerebrais.

2.2 A prática do desenho

O que ainda não se testou em estudos prévios é a utilização de jogos colaborativos com desenho para modular interação interpessoal.

Em Arteterapia utilizamos o desenho, entre suas várias funções, por exemplo, como ferramenta para investigação de como o indivíduo entende/reconhece o mundo físico;⁽²⁰⁾ também como ferramenta para trabalho de atenção, foco, coordenação visomotora espacial;⁽⁵⁸⁾ em trabalhos para memória, expressão pessoal e interação social;⁽⁵⁹⁾ e no auxílio à criação de distanciamento emocional de situações de maneira a enxergá-las de forma mais abrangente e assim poder organizá-las.⁽³²⁾

Isto é possível por que o desenho em si é uma linguagem⁽⁶⁰⁻⁶²⁾ que utiliza códigos visuais e seu desenvolvimento está atrelado ao desenvolvimento da linguagem verbal.⁽⁶³⁾

Desenhar é uma atividade que integra as capacidades cognitivas com ação e percepção⁽⁶³⁾ e que ajuda a desenvolver habilidades de observação, visualização e análise.⁽⁶³⁾ Estes achados se alinham a teorias que atrelam a prática de desenho ao desenvolvimento psicomotor humano. De acordo com a teoria de Frostig e Maslow,⁽⁶⁴⁾ por exemplo, a conquista progressiva da transferência viso espacial pode ser traduzida pela capacidade de desenho da criança. Uma vez que esta conquista se estabelece, a prática de desenho se atrela ao desenvolvimento semântico sintático que prepara a criança para o aprendizado. A capacidade de desenvolver respostas adaptativas ao meio ambiente está ligada ao desenvolvimento de imagens e esquemas mentais de complexidade progressiva, que por sua vez integram as capacidades perceptivas, sensório-motoras e linguísticas.⁽⁶⁴⁾

A prática do desenho na idade pré-escolar também se associa a aquisições importantes relacionadas às funções executivas como foco e atenção ao processo.⁽⁶⁵⁾ Pesquisas evidenciam que áreas do córtex pré-frontal respondem por este processo de observação.⁽⁶⁶⁾

A habilidade de desenho em estudos prévios, não apresentou relação com habilidade ortográfica ou padrão socioeconômico e cultural, mas mostrou relação com habilidade de cópia (ângulos e proporções) e memória visual.^(66,67)

O desenho ainda carrega importantes pistas de nosso mundo emocional e do sistema simbólico individual.⁽⁶⁸⁾ Ao analisar obras de Picasso, Jung⁽⁶⁹⁾ fala que a arte provoca o afastamento do artista do objeto empírico e o consequente aumento do uso de elementos de sua psique inconsciente. Assim, o desenho pode também ser utilizado como expressão da representação dos objetos dentro de nós.

Este pensamento se alinha com a teoria de Kant (1724/1804).⁽⁷⁰⁾ Kant postulou que o sujeito determina o objeto de seu conhecimento através de seu aparato subjetivo. Assim, o mundo real, o mundo composto pelos números, é inalcançável para nós humanos por ser distinto dos sentidos. Tudo o que conhecemos não é a realidade, mas uma interpretação dela, um “fenômeno”, como chamou os objetos travestidos de como se apresentam, se organizam e são entendidos por nossos pensamentos individuais.⁽⁷⁰⁾ Desenhar facilita a percepção, o que na teoria de Kant se expressaria na possibilidade de a realidade ser “inventada” pela mente individual a partir da informação sensorial, ou ainda, da realidade subjetiva ser expressa na criação individual.⁽¹⁹⁻²⁰⁾

2.2.1 Tarefas em desenho utilizadas neste protocolo

São várias as técnicas de desenho utilizadas em Arteterapia, cada uma delas atinge a determinados propósitos dentro dos processos terapêuticos. Para este protocolo utilizamos o desenho de observação utilizando a figura humana de maneira colaborativa.

2.2.1.1 Desenho de observação

O desenho de observação facilita a percepção dos objetos utilizando os processos cognitivos (similares aos utilizados no aprendizado verbal) para desconstruir e reconstruir imagens, comparar, analisar, revisar, sintetizar⁽⁶³⁾ e ainda testar hipóteses, resolver problemas e comunicar com outros.⁽²⁶⁾ Estudos prévios associam o desenho de observação à estruturas cerebrais relativas ao controle motor fino e memória processual.⁽⁷¹⁾

Durante a atividade de desenho de observação os movimentos dos olhos alternam entre o objeto de desenho e o papel, atuando em dois papéis simultâneos, o primeiro capturar a informação externa e o segundo, ajudar a mão a decodificar esta informação no papel.⁽⁷²⁾ O processo de acoplamento olhos/mão parece ser mais preditivo do que reativo⁽⁷³⁾ mas a sobreposição de papéis do comportamento de olhar dificulta a compreensão dos processos cognitivos subjacentes.⁽⁷²⁾ O desenho observacional parece trabalhar em dupla mão, como uma dança entre mundo interno e externo,⁽⁶³⁾ pois também emprega memória, pistas internas que orientam o movimento e direção da mão.⁽⁷³⁾

Estudos de neuroimagem sugerem que áreas cerebrais distintas estão envolvidas no desenho de figuras humanas e de objetos.⁽⁷⁴⁾ Miall et al. Publicaram um estudo em 2014 que comparava a ativação cerebral ao desenhar faces e objetos abstratos. Observaram que o desenho de faces necessita de uma identificação visual, a decodificação das características de feições e expressões que demandam um conhecimento prévio, fato que se evidencia em muito menor escala no desenho de figuras.⁽⁷⁴⁾ Estes resultados se alinham com estudos que relacionam capacidade de distinção de objetos e amadurecimento da teoria da mente.⁽⁶⁵⁾

Outros estudos com inversão de imagens sugerem que o processamento e reconhecimento de faces são subjacentes à codificação estrutural devido à sua associação a marcadores hemodinâmicos e eletrofisiológicos.⁽³⁵⁾ Os resultados destes estudos encontraram diferença de performance de reconhecimento de figura, rostos e corpos são reconhecidos mais rapidamente que objetos.⁽³⁵⁾

Dentro da prática de desenho de observação há uma modalidade que utiliza como objeto a figura humana. Kandel⁽⁷⁵⁾ diz que ao observarmos outro ser humano, além de utilizarmos a nossa percepção, trabalhamos também emoção e

empatia. Observar outro ser humano também constitui via de mão dupla, provocando a integração dos mundos interno e externo, o que vemos e o que temos armazenado em nossas memórias.⁽¹⁸⁾

2.2.1.2 Desenho colaborativo

O desenho colaborativo encontra-se descrito em Hass-Cohen et al.⁽¹⁹⁾ Originalmente o grupo se divide em pares e a folha de papel é dividida e dobrada em quatro faixas horizontais como um acordeão. Na seção 1 desenha-se a cabeça, os parceiros então dobram o papel escondendo o desenho efetuado de maneira que o parceiro só tenha pistas de onde continuar. A seguir desenharam o torso, dobram a folha novamente e trocam. As folhas são trocadas entre parceiros e assim sucessivamente para as quatro faixas da folha. O objetivo é formar uma figura o mais contínua possível de corpo humano. Esta técnica é utilizada para estimular a conexão entre a percepção e os sentimentos relativos com relação ao corpo humano e requer a ativação de funções cognitivas sociais.⁽¹⁹⁾

O desenho de face a face pressupõe que seus autores procurem as referências com relação ao outro internamente, fazendo associações e portando sendo usado, antes de tudo, como uma ferramenta de comunicação e pensamento. Esta atividade colaborativa também encoraja a descontração do grupo e libera a curiosidade interpessoal e conectividade social.⁽¹⁹⁾ Pode constituir ainda ferramenta importante para elucidar mecanismos neurais subjacentes à percepção e cognição humanas.

2.2.2 Testes psicológicos com desenho de figura humana e suas métricas

O desenho de figura humana (DFH) é um instrumento de avaliação psicológica tradicional. Por avaliação leia-se a integração de informações não verbais a um processo terapêutico. O desenho, nestas técnicas projetivas, é usado como uma forma de acesso ao mundo psíquico do atendido e pode refletir personalidade, desenvolvimento cognitivo, ser indicador de desenvolvimento emocional ou de problemas psicológicos e mentais, entre outros.⁽⁷⁶⁾

Neste, descrevemos dois dos testes mais utilizados e que possuem evidência de validade.

2.2.2.1 Teste Desenho da Figura Humana – Escala Sisto

O Teste de Desenho da Figura Humana – Escala Sisto^(27,67,76) é baseado nos estudos de Florence Goodenough de 1926, que criou o primeiro teste de inteligência para crianças utilizando o desenho da figura humana. Utiliza os critérios de correção de Koppitz e seus indicadores emocionais de 1968.⁽⁶⁷⁾

É um protocolo simples e barato, cujo comando é o desenho de uma pessoa. Este método considera diferenças de gênero e idade e boa perspectiva de análise de consistência cognitivo emocional do indivíduo a ele submetido.⁽⁷⁶⁾ Apresenta validade estatística e seus resultados se correlacionam a escalas WISC e Stranford-Binet.⁽⁶⁷⁾ Apresenta duas escala avaliativas:⁽⁶⁷⁾

a) A escala DFT – que apresenta 30 itens categorizados em 4: a. Esperados – prevalência maior que 86% dos desenhos, sendo sua ausência sinal de falta de maturidade ou possíveis problemas de ordem neurológica ou emocional. b. Comuns – prevalência entre 51 a 85%. c. Ocasionais – Frequência entre 16 a 50%. d. Excepcionais – frequência menor que 16% – que pode indicar maturidade mental acima da média.

b) Indicadores emocionais – 30 sinais observados em 3 categorias distintas: qualidade do desenho, nível de detalhamento e omissão de itens. Estas categorias refletem atitudes e preocupações infantis e possíveis processos de ansiedade subjacentes.

2.2.2.2 Teste Casa-Árvore-Pessoa

O teste Casa-Árvore- Pessoa (HTP)^(27,28,76,77) foi criado por John Buck em 1949, seu uso é autorizado no Brasil (Resolução CFP 002/2003). É um teste que utiliza uma técnica projetiva bem simples que mede o funcionamento psicológico e emocional do indivíduo, como ele se vê em relação aos outros e ao ambiente. O indivíduo é orientado a desenhar em folhas de papel três objetos, uma casa, uma

árvore e uma pessoa, depois ele é arguido sobre o desenho. A habilidade de desenho não é avaliada.

A avaliação é qualitativa e interpretativa onde se observam como foi desenhado, tempos de desenho e latência, o conteúdo desenhado, tamanho, posição, proporções, elementos, etc. A casa é associada às experiências sociais e o funcionamento do ego, a árvore por sua vez, à identidade emocional e psicológica e a pessoa ao autoconceito.⁽⁷⁶⁾

Alguns estudos usam para este teste uma métrica quantitativa baseada em características de desenhos relacionadas a perfil de ansiedade, descritas no manual de interpretação de Burns (desenho de família cinética⁽³⁰⁾ as confrontando com escalas de ansiedade e depressão).^(28,29)

2.3 Percepção visual

Nossa percepção de mundo é composta por elementos de olfato, tato, visão, etc., bem como a maneira como os recebemos emocionalmente, os organizamos e armazenamos. Nossa percepção visual está, portanto, atrelada a processos emocionais e ambos são suportados por mecanismos neurais subjacentes que precisam ser melhor entendidos.⁽⁷⁵⁾ Em termos práticos, Kandel⁽⁷⁵⁾ sugere que o que vemos do mundo é uma construção, uma representação simbólica e sinaliza que nosso sistema visual engloba e necessita de muito mais informação do que aquela que fisicamente apreendemos através dos olhos. O nosso cérebro desconstrói imagens tridimensionais e as reconstrói em padrões bidimensionais (contornos e ângulos em um desenho, por exemplo), transformando a informação em uma interpretação estável e coerente.

Para Gombrich⁽⁷⁸⁾ em sua publicação sobre arte e ilusão, aspectos cognitivo-psicológicos aliados à biologia cerebral, fazem com que as figuras fixadas em nossa memória se transformem em representações internas, figurações primitivas que serão a base perceptiva humana ao invés de meras representações objetais.

Além de ponte entre o indivíduo e o mundo externo, a percepção visual é tida como uma função psicológica e parte importante do comportamento de aprendizagem infantil. A qualidade desta percepção influenciará todos os comportamentos e aprendizagem simbólica precoce observada nas primeiras séries do

ensino fundamental.⁽⁶⁴⁾ Autores tecem um paralelo entre a afinação perceptiva de discriminação de faces e a do reconhecimento da linguagem.⁽⁷⁵⁾

Faces, mãos e corpos são estímulos categorizados como extremamente importantes, pois têm um componente gestáltico. Dependemos deles para reconhecermos a terceiros bem como a nós mesmos, as intenções envolvidas e os desfechos escolhidos para ação subsequente.⁽⁷⁵⁾ Nós reconhecemos faces como um todo, como se o cérebro usasse um método de comparação de *templates* simplificados, o que exige processos de desconstrução e reconstrução menores que o de objetos inanimados.

2.3.1 Percepção visual e comportamento de olhar

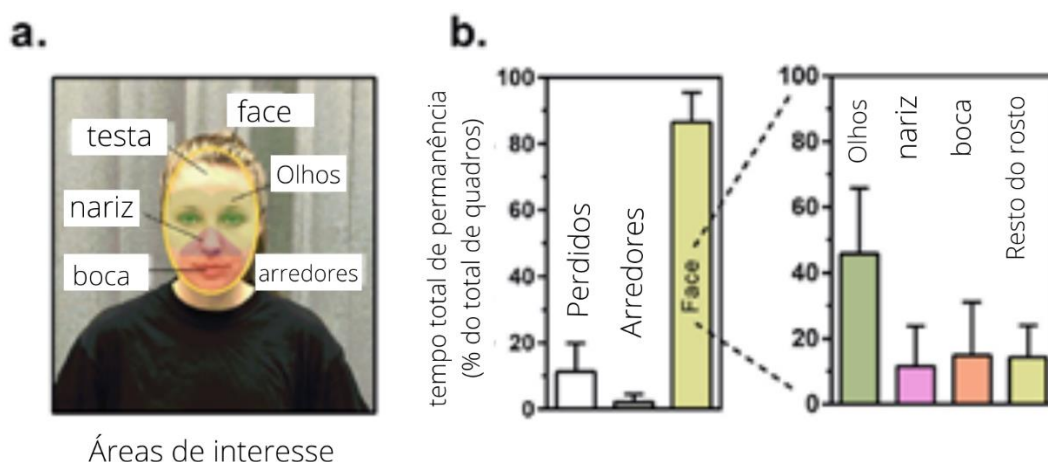
Em interações interpessoais o contato ocular é um elemento chave de conexão,^(48,68,79-81) ele apoia não só a busca pela informação visual como também sinaliza informação a terceiros^(48,80,82) e é um potente modulador de atenção, percepção⁽⁴⁸⁾ e cognição, além de ser instrumento de recompensa social.⁽⁸¹⁾

Os olhos representam o estímulo social mais informativo e dinâmico que há. O comportamento de olhar que segue outro indivíduo é encontrado também no reino animal e, portanto, é um comportamento que pode ocorrer independentemente à percepção cognitiva do outro em si.⁽³⁶⁾ Nos domínios da cognição social os olhos fazem parte do processamento da percepção social, que antecede a mentalização.⁽³⁷⁾ Como, quando e quanto se olha são essenciais para o entendimento do comportamento social humano.⁽⁸⁰⁾ A direção do olhar não só pode revelar mudanças no foco atencional como é um pré-requisito para o processo de mentalização.⁽³⁷⁾ Resultados de estudos sugerem que processos empáticos podem ser estimulados pelo contato ocular.⁽⁸³⁾

A capacidade de distinção entre objetos animados de inanimados que surge por volta dos seis meses de idade é um dos comportamentos iniciadores do processo de amadurecimento da teoria da mente. Por volta dos 12 a 18 meses a criança começa a perceber visualmente e representar objetos de maneira compartilhada.⁽⁶⁵⁾ Formar a impressão de pessoas a partir do comportamento de olhar ativa padrões neurais que incluem a região dorsal do mPFC, diferentemente do que acontece com objetos inanimados, o que sugere mecanismos cerebrais distintos.⁽⁸⁴⁾

As faces automaticamente atraem e retêm a atenção visual do observador. Muitos estudos sugerem que especialmente a região dos olhos provoca o comportamento de sacada,⁽⁸⁰⁾ ainda que o estímulo seja indireto, como a apresentação de um vídeo.⁽⁶⁸⁾ Em comportamento de sacada os olhos focam um objeto e ele é representado no centro da retina em alta resolução espacial. O olhar, no entanto, não tem de ser direto ou de sacada para que o objeto seja percebido pelos olhos.⁽⁸⁰⁾

Estudos também sugerem que o comportamento de sacada para faces irá depender do contexto da ação, se a pessoa está se movendo, fazendo contato visual, falando, se o ambiente é ruidoso, etc.⁽⁸⁰⁾ Interações têm caráter dinâmico e identidade visual é relevante neste contexto, assim como expressões emocionais. Estudos em *eyetracking* com tarefas dependentes do comportamento de sacada sugerem que o reconhecimento de face, em ambientes controlados se relaciona ao uso de informação visual da região dos olhos mais do que a região de boca e nariz (Figura 3). Sugerem ainda que o comportamento de sacada é importante para categorizar expressões emocionais sutis quando ocorrem durante a interação.⁽⁸⁰⁾



Fonte: Traduzido de Vehlen A, Spenthof I, Tönsing D, Heinrichs M, Domes G. Evaluation of an eye tracking setup for studying visual attention in face-to-face conversations. Sci Rep. 2021;11(1):2661. Figure 6. Total dwell time on different facial areas of interest (AOIs) during face-to-face conversation; p. 12.⁽⁸⁵⁾

Figura 2 . Comportamento de sacada

São muitos os estudos que utilizam como tarefa o estímulo social inerte, como a observação de vídeos e fotos;⁽⁸⁶⁾ realidade virtual;⁽⁸⁷⁾ ou ainda utilizando *feeds* de vídeos ao vivo⁽⁸⁸⁾ onde a interação de olhar mútuo entre participantes inexiste. Estímulos em terceira pessoa podem não ser representativos do comportamento de olhares das pessoas em situações cotidianas.⁽⁸⁹⁾

Sabe-se que o olhar mútuo é responsável pelo disparo de respostas tanto a nível comportamental quanto neural.⁽⁹⁰⁾ Ele abre o canal de comunicação entre indivíduos e aproxima suas mentes.⁽⁵⁷⁾ Sabe-se ainda que o processamento visual de interações sociais face a face é muito mais eficiente do que aquele observado em situações de não interação.⁽⁹¹⁾ Apesar disto, ainda não se conhece qual o impacto do olhar direto entre parceiros sobre o comportamento de interação social⁽⁹⁰⁾ ou como o comportamento de olhar apoia o comportamento de interação interpessoal cara a cara.⁽⁸⁰⁾

Futuras direções indicam a necessidade de estudos utilizando paradigmas em interação social que permitam a participação ativa, face a face e em tempo real.^(48,81)

Resultados de estudos e, situações de interação naturalística em ressonância magnética⁽⁵⁷⁾ indicam que o olhar direto recíproco entre parceiros interagindo entre si se estabelece a partir do aumento do pareamento de áreas ligadas à detecção da intenção de terceiros, de linguagem e comunicação (IFG e arMPFC).⁽⁵⁷⁾ Por sua vez, estudos recentes sobre o efeito do contato visual direto apontam para a existência de um mecanismo subcortical que envolve a amígdala e áreas visuais de baixo nível e que modula áreas cerebrais ativadas quando na detecção da direção do olhar – sulco temporal superior (STS – *superior temporal sulcus*) e na intencionalidade (mPFC e TPJ).⁽⁸¹⁾

Para este estudo convencionamos a utilização da seguinte nomenclatura: “olhares síncronos”, para olhares compartilhados, diretos ou mútuos e “olhares assíncronos” para olhares “simples” ou aqueles não compartilhados entre parceiros.

2.4 *Hyperscanning* e interação interpessoal

A maioria dos estudos sobre interação interpessoal e mecanismos neurais subjacentes usa a abordagem de pessoa única ou segunda pessoa (estudos onde indivíduos interagem ou se sentem engajados com um parceiro social).^(2,48) Caminhamos hoje para o estudo de interações sociais e de reciprocidade em tempo real, o que implica em pensarmos na medição de cérebros múltiplos em interação simultânea (Figura 2).^(4,92)

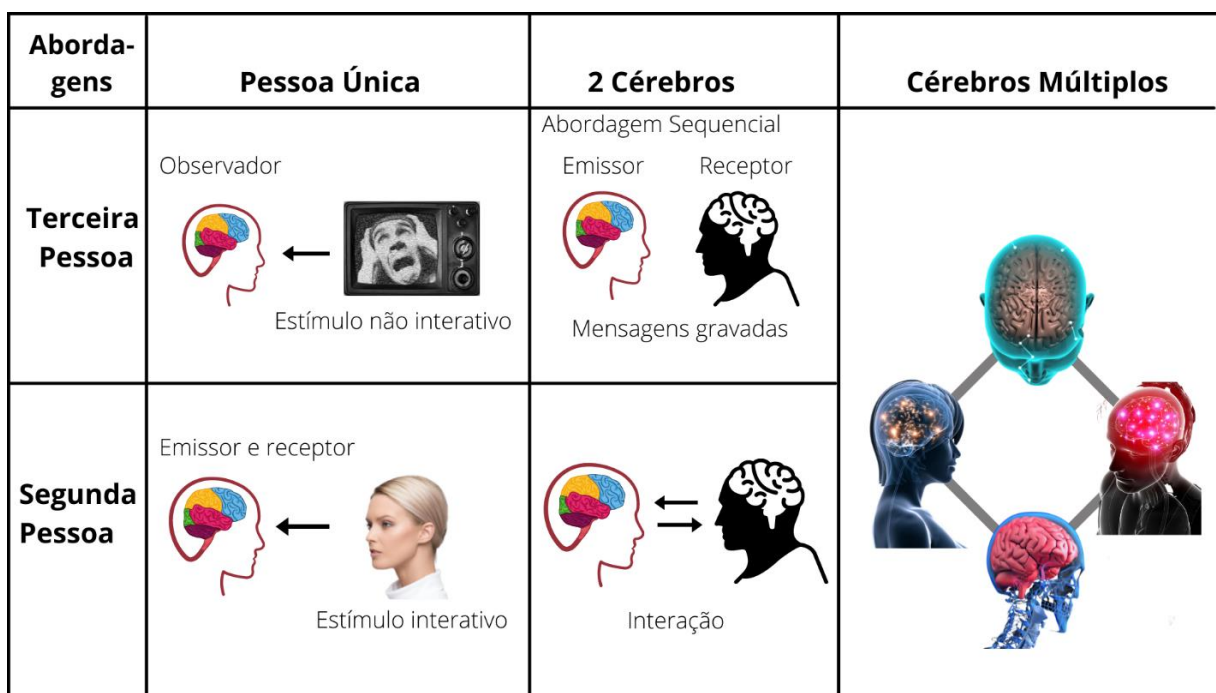


Figura 3. Neurociências: abordagens em interações interpessoais

Como parte das atividades do curso de mestrado, foi desenvolvido, um artigo de revisão de literatura. O objetivo desta revisão de literatura foi rastrear os estudos que utilizassem a sincronicidade biológica entre indivíduos em grupo relacionando-a ao comportamento de interação social. A partir da análise destes trabalhos o intuito era o de entender a relação entre seus objetivos iniciais, paradigmas, hipóteses, metodologias aplicadas, medidas de desfecho e resultados encontrados. Como critérios de inclusão para análise foram utilizados trabalhos onde três ou mais indivíduos estivessem realizando tarefas coletivas e que estivessem utilizando marcadores de sincronização interpessoal (IPS – *interpersonal synchronization*) tais como sincronicidade neural entre cérebros ou marcadores biológicos como temperatura da pele, batimentos cardíacos, movimentação ocular e corporal.

A busca ocorreu nas seguintes bases de dados: PubMed e Scopus (2011-2020). Foram rastreados também os seguintes termos combinados: IPS, sincronicidade de sinais biológicos, resposta galvânica da pele (GSR – *galvanic skin response*), Acelerômetros, sincronia de batimentos cardíacos, *Hyperscanning*, sensores biossensíveis e rastreamento ocular. O período selecionado foi 2011 que corresponde ao ano em que foi publicado o primeiro estudo em *hyperscanning* envolvendo 3 ou mais participantes. Foi realizada também uma pesquisa manual sobre

palavras de texto, palavras-chave, referências e citações, a fim de identificar outros artigos apropriados. Foram considerados também artigos de revisão para a busca manual.

Dos 153 estudos iniciais, apenas 6 foram selecionados e manualmente outros 31 perfazendo o total de 37 artigos. Estes 37 artigos foram estudados e classificados a partir do tipo de paradigma experimental utilizado.

Selecionamos e recortamos para esta dissertação os paradigmas experimentais que envolviam técnicas em *hyperscanning*, que consistem em técnicas de neuroimagem como EEG e fNIRS que podem medir simultaneamente a atividade do cérebro de dois ou mais sujeitos. Eles permitem aos pesquisadores estudar as covariações das atividades neurais. Portanto, permitem o estudo de possíveis correlações com a neuro sincronização interpessoal (INS – *interpersonal neural synchronization*) e correlações comportamentais/biológicas.⁽⁹³⁾

2.4.1 Paradigmas com música

Babiloni et al.,⁽²¹⁾ tiveram como objetivo desenvolver uma abordagem metodológica para aquisição e armazenamento de dados neurofisiológicos: EEG, sinais eletro-oculográficos (EOG), eletromiográficos (EMG), enquanto músicos profissionais tocavam em conjunto simultaneamente. Eles hipotetizaram que o EEG poderia ser usado para identificar estados "on" e "off" dos musicistas durante a apresentação, o que permitiria a investigação sobre as diferenças de ativação cerebral entre interação *versus* características da peça tocada. Os sujeitos eram um quarteto de saxofonistas profissionais que tocaram juntos durante 22 anos. Eles tocaram Allegro (sonata I amoll L 223- de Domenico Sciarrino) com duração de 1,5min após uma sessão de treinamento de 10min. Os resultados sugeriram que a abordagem metodológica é funcional.

Babiloni et al.,⁽²²⁾ hipotetizaram em um estudo de *Hyperscanning* do EEG que as atividades nas áreas frontais de Brodmann (BAs – *frontal Brodmann areas*) estariam associadas à empatia emocional e cognitiva dos músicos que tocam em conjunto. Sua amostra consistia de 3 quartetos de saxofonistas profissionais. Criaram um paradigma que incluía a execução de uma obra musical, a observação de sua própria performance e uma tarefa de controle que consistia em assistir a um vídeo

no qual eles viravam páginas de uma partitura. Eles tocaram Allegro (sonata I amoll L 223- de Domenico Sciarrino) que durou 1,5min depois de uma sessão de treinamento de 10 minutos. Os resultados sugeriram que a ativação de BAs durante a tarefa de observação reflete um processo empático "emocional" nos músicos.

Duan et al.,⁽¹⁰⁾ pretendiam criar um "método de modelagem de múltiplos cérebros", conhecido como *cluster imaging of multi-brain networks* (CIMBN), validado por fNIRS. Este CIMBN poderia permitir a medição de múltiplos cérebros simultaneamente em um ambiente de interação social realista, face a face. Conduziram uma experiência de nove pessoas em conjunto e registraram as atividades dos cérebros participantes simultaneamente. A tarefa era a de tocar tambor em conjunto. As áreas-alvo das pesquisas foram o córtex pré-frontal e a TPJ em uma sonda de quatro canais fNIRS. A pesquisa também registrou as batidas dos tambores de todos os participantes usando transdutores de vibração. A hipótese era a de que o CIMBN seria viável e que este sistema de imagens em *cluster* seria funcional para a hiperdigitalização de múltiplos participantes. O CIMBN mostrou 9 cérebros sincronizados durante a tarefa experimental. Os resultados sugeriram uma diversidade de papéis desempenhados pelos participantes e, portanto, podem ser úteis para encontrar correlatos neurais de IPS de Grupo (SI) e desenvolver neurociência afetiva e social.

Müller et al.,⁽⁹⁴⁾ registraram sinais EEG simultaneamente de 4 guitarristas profissionais tocando em conjunto. Seu objetivo era estudar as redes de hipercérebro baseadas na conectividade intercérebros (frequências mais baixas, por exemplo, teta e delta) e intracérebro (frequências mais altas, por exemplo, beta) entre eles durante diferentes situações musicais. A hipótese era a de que situações que necessitassem de uma maior coordenação musical levariam a um aumento da atividade intercérebro, enquanto situações nas quais os guitarristas teriam papéis diferenciados aumentariam as conexões intracérebro. A tarefa era tocar duas peças musicais diferentes: Libertango de Astor Piazzolla e Comme un Tango de Patrick Roux. As conclusões mostraram interações complexas entre os 4 cérebros durante a apresentação e apontaram para a existência de mecanismos que apoiam temporalmente ações conjuntas e coordenadas.

Greco et al.⁽²⁴⁾ pretenderam estudar a relação entre empatia e liderança em um quarteto de saxofonistas profissionais tocando. Seu objetivo era estudar a possível sincronia entre a atividade oscilatória do cérebro durante a tarefa. O

protocolo compreendia uma sessão onde eles tocavam um arranjo musical de 5 minutos composto especialmente para a experiência (com um intercâmbio contínuo de papéis de líder entre o quarteto) e uma segunda sessão onde eles observavam sua própria performance previamente gravada em uma tela enquanto seus sinais EEG e eletro-oculograma eram adquiridos. Os resultados confirmaram a hipótese de que a voz do instrumento afeta a sincronia da atividade oscilatória de cérebro para cérebro. Também sugeriu que a área de Broca não é importante para caracterizar o traço de empatia. Sugeriu ainda que o comportamento de liderança pode ser determinado pela percepção dos papéis de cada um no arranjo musical e não pela empatia ou atenção consciente.

Ikeda et al.⁽¹¹⁾ utilizaram o ritmo como medida de resultado em seu estudo fNIRS. A hipótese era a de que a variação do INS dependeria da modulação da coordenação relacionada aos processos cognitivos, portanto, um som de batimento constante facilitaria o INS e coordenaria a caminhada de um grupo. A amostra foi de 4 grupos de 24 ou 25 participantes cada. A tarefa era realizar uma experiência de caminhada em círculo, com e sem o som de batida constante de um metrônomo. Cada grupo realizou dois blocos de 4 minutos, um de caminhada, um de “bater os pés” (condição de controle) e três de descanso de 30 minutos. A área alvo das pesquisas foi a região frontopolar em uma sonda de dois canais. Os pesquisadores descobriram que o som de batida constante aumentou o INS e melhorou o fluxo da caminhada, o que sugere a natureza difusa da coordenação do grupo.

O estudo de Liu et al.,⁽¹²⁾ contou com uma amostra de 180 indivíduos, perfazendo 20 grupos de 9 desconhecidos. Utilizando o método de Duan et al.⁽¹⁰⁾ com a técnica fNIRS a intenção foi a de estudar o impacto da sincronia na performance de grupo em tarefa de batida de tambores. A tarefa experimental consistia de condições: bater aleatoriamente (controle); batidas coordenadas sem metrônomo (condição de foco de equipe); e por fim batidas sincronizadas com um metrônomo (condição de foco compartilhado). Os resultados comportamentais apresentaram maior sincronização na condição de foco de equipe – tanto nas medidas qualitativas (ex.: inter-relação de sentimentos) quanto nas quantitativas. Os dados de fNIRS também acompanham este movimento (INS em TPJ e mPFC esquerdos na condição foco em equipe). Os pesquisadores teorizam que os resultados sugerem que as representações mentais compartilhadas nesta condição de equipe podem ser um componente para INS.

2.4.2 Paradigmas em sala de aula

Ko et al.⁽⁹⁵⁾ desenvolveram um paradigma de atenção sustentada em sala de aula usando a técnica de *Hyperscanning* EEG. Eles queriam investigar possíveis relações entre as atividades que causam comprometimento do desempenho comportamental e a atividade cerebral. A amostra foi de 18 estudantes universitários (11 homens e 7 mulheres) durante as aulas de um semestre acadêmico regular. Sua medida de desfecho foi o nível de alerta visual. Eles criaram uma tarefa de reconhecimento visual de alvos na qual objetos geométricos (triângulo, quadrado, círculo e estrela), eram mostrados na tela durante a palestra (um objeto por minuto – intervalos aleatórios). Quando os participantes notavam o estímulo, eram convidados a pressionar o botão correspondente do *smartphone*. O tempo de resposta foi determinado como o tempo entre o aparecimento dos estímulos e o apertar do botão. Sua hipótese era uma correlação entre a variação da dinâmica espectral do EEG e a realização de tarefas relacionadas à atenção. Os resultados confirmaram sua hipótese.

O objetivo de Dikker et al.⁽⁹⁶⁾ foi estudar a sincronia cerebral durante uma interação face a face. Eles lideraram um estudo de EEG com 12 alunos do ensino médio em 11 aulas regulares. Sua medida de desfecho foi a sincronia entre o cérebro e as atividades neurais. O experimento foi desenvolvido para investigar se a sincronia neural poderia ser considerada um marcador para a dinâmica social e o envolvimento em sala de aula, ambos críticos para o processo de aprendizagem. Eles começaram o semestre com um curso em neurociência, depois disso, ao longo do semestre regular, os alunos desenvolveram projetos de pesquisa e seus cérebros foram registrados. Neste estudo foram considerados estilos de ensino, traços de personalidade, afinidade e empatia enquanto investigavam a sincronia entre o grupo: aluno-para-grupo, aluno-para-aluno. Os pesquisadores concluíram que as dinâmicas sociais dos grupos e o envolvimento em sala de aula podiam ser previstos pela sincronia neural dos estudantes.

Brockington et al.⁽⁸⁾ estudaram *hyperscanning* utilizando a técnica fNIRS. Seu objetivo era investigar o processo de aprendizagem de alunos em sala de aula. A hipótese era a de que a sincronia neural ocorreria "sempre que estados similares de atenção e excitação fossem alcançados durante a palestra" (p. 3, tradução nossa), e o tempo seria um fator chave para um processo de atenção sustentada.

Quanto mais longa a palestra, mais difícil seria para os alunos manterem a atenção. Hipotetizaram que o contato visual e o engajamento também influiriam na INS. A amostra consistiu em um grupo de quatro alunos, a área cerebral alvo estudada foi o córtex frontal. Os pesquisadores confirmaram suas hipóteses e os resultados sugerem que o contato visual professor-aluno durante as aulas é importante para o processo de atenção e aprendizado dos alunos.

O experimento de Bevilacqua et al.⁽⁹⁷⁾ utilizou a técnica EEG com 12 alunos do ensino médio e seu professor de biologia durante suas aulas regulares em uma escola secundária de Nova Iorque. O objetivo dos pesquisadores era estudar a relação entre o aprendizado em sala de aula e o relacionamento estudante-professor e alunos-grupo. Eles se concentraram nos processos atencionais e na atividade neural subjacente da interação social para desenvolver um paradigma. O procedimento durou seis sessões gravadas em sala de aula (80 minutos cada), que incluíram aulas convencionais e vídeo aulas em um período de três meses. Desenvolveram 3 condições de base (2 minutos cada), de frente para a parede, de frente para um parceiro e de frente para o grupo. Após as aulas, os alunos foram testados para a retenção de conteúdo. A medida do desfecho dos pesquisadores foi a sincronia entre cérebros. Seus resultados mostraram que houve um envolvimento maior dos alunos em vídeo aulas que em aulas convencionais. Os resultados também sugerem que o estilo de ensino e a simpatia do professor afetam a retenção do conteúdo da aula pelos alunos.

Davidesco et al.⁽⁵¹⁾ hipotetizaram que a sincronia cérebro a cérebro poderia prever resultados individuais, tais como retenção de memória. Neste estudo do EEG a amostra foi composta por 11 quartetos de alunos e um grupo de professores em uma sala de aula de laboratório. Seu paradigma consistia em 4 palestras lideradas por professores, precedidas por uma breve pré-palestra ou tempo de interação livre. Os alunos foram testados para retenção de conteúdo das sessões em 3 momentos: previamente, logo após, e 1 semana após cada palestra. A sincronia cérebro a cérebro do aluno/professor não foi considerada. Eles concluíram que o INS entre os alunos (ouvintes) pode prever a retenção retardada da memória. Eles também concluíram que a sincronia pode prever a retenção imediata e retardada da memória.

2.4.3 Paradigmas de comunicação

Jiang et al.⁽¹³⁾ pretendiam investigar o papel do INS na comunicação humana. Portanto, desenvolveram um paradigma utilizando a técnica fNIRS focado no surgimento da liderança através do INS em onze tríades. A tarefa era realizar uma "discussão de grupo sem líderes". Eles foram convidados a discutir sobre um tema durante cinco minutos e depois elegeram um líder para falar sobre suas conclusões. Suas regiões-alvo cerebrais foram os córtices frontal, temporal e parietal, especificamente a TPJ e o giro frontal inferior (IFG – *left inferior frontal gyrus*). Todo o experimento foi filmado por duas câmeras e o comportamento e a comunicação não-verbal foram analisados. A hipótese era a de que haveria diferenças comportamentais e na INS entre os pares líder-seguidor (LF – *leader-follower*) e seguidor-seguidor (FF – *follower-follower*). O INS entre pares líder-seguidor seria superior ao INS entre pares FF e que o INS em pares líder-seguidor ativaria as áreas de mentalização social e relacionadas à linguagem. Foram encontradas diferenças de ativação entre os pares. Para os pares líder-seguidor, houve um aumento do INS no TPJ esquerdo. O estudo sugere uma correspondência do surgimento da liderança em pessoas que têm a capacidade de “dizer a coisa certa no momento certo”.

Nozawa et al.⁽¹⁴⁾ criaram um paradigma cooperativo utilizando fNIRS para estudar a comunicação e a sincronia neural. Eles utilizaram doze grupos de quatro participantes que se conheciam. A tarefa era um jogo cooperativo de cadeia de palavras onde o participante diz uma palavra, depois o próximo participante usa as duas últimas sílabas dessa palavra para dizer outra palavra. O paradigma foi desenvolvido em duas sessões de três blocos, sendo dois deles a tarefa de comunicação e o outro o estado de descanso. A área cerebral alvo das pesquisas foi a região frontopolar. A hipótese era a de que a comunicação verbal cooperativa e não estruturada aumenta a INS frontopolar e que existe uma dependência de tempo na modulação da INS. Seus resultados confirmaram o aumento do INS frontopolar e a dependência da escala de tempo na modulação INS. Este estudo também definiu parâmetros e bases técnicas para novos estudos de *hyperscanning* envolvendo grupos e comunicação.

Zhang et al.,⁽⁹⁸⁾ estudaram liderança em um paradigma de comunicação em grupo usando a técnica EEG. Seu objetivo era avaliar as atividades

do cérebro dos membros do grupo percebendo diferenças nas ativações dos líderes/seguidores durante as discussões de grupo. Para isso, eles desenvolveram uma tarefa de 4 blocos. No primeiro bloco, os participantes deveriam discutir livremente sobre um tópico predeterminado durante 20 minutos. Após a discussão, eles elegeriam um líder para relatar os resultados. No segundo bloco um líder seria eleito para a discussão. O terceiro bloco era uma tarefa de construção de blocos, na qual os participantes tinham que construir simultaneamente o mesmo prédio e discutir o processo. O quarto bloco consistia na mesma tarefa, mas com um líder eleito pelo grupo. Seus resultados mostraram que a ativação do líder no hemisfério esquerdo era muito maior do que a dos seguidores. Eles também concluíram que há uma indicação de que os seguidores resumem consciente e inconscientemente as tarefas e ordens do líder, e os líderes podem compreender rapidamente os pensamentos dos outros e adaptar o discurso para satisfazer suas expectativas.

O estudo de Dai et al.⁽¹⁵⁾ foi baseado na investigação do INS em uma situação ruidosa de múltiplos oradores em 21 tríades de adultos do mesmo sexo. Cada tríade seria formada por dois oradores e um ouvinte. Duas tarefas foram desenvolvidas, a primeira com apenas um orador falando ao ouvinte; e na segunda os dois oradores falando simultaneamente, e o ouvinte tendo que prestar atenção somente a um deles. As tarefas foram realizadas em uma condição face a face e em uma condição costas com costas. As áreas alvo cerebrais das pesquisas foram os córtices frontal, temporal e parietal esquerdos. A hipótese deles era que em uma situação de múltiplos falantes o INS é um mecanismo neural para o processamento seletivo das informações alvo. Seus resultados mostraram um aumento seletivo do TPJ-TPJ INS para pares de ouvintes em todas as condições e o aumento do INS entre o córtex temporal superior posterior (pSTC – *posterior superior temporal cortex*) dos ouvintes e o TPJ do orador atendido.

Lu et al.⁽¹⁶⁾ estudaram o INS utilizando a técnica fNIRS durante uma tarefa colaborativa. Quarenta e quatro participantes desconhecidos entre si foram designados aleatoriamente para interagir com um confederado (um falso participante e um assistente experimental). A tarefa era um *brainstorming* colaborativo de 5 minutos com a participação ordenada. A área alvo cerebral dos pesquisadores era o córtex pré-frontal. Comportamento e índice de cooperação também foram medidos. Os pesquisadores levantaram a hipótese de diferenças de sincronia neural entre diferentes díades nos grupos, devido ao uso de tarefas cooperativas ou similares. Eles

encontraram diferentes engajamentos individuais, um alto INS entre os participantes reais e um baixo INS entre os participantes e confederados.

No estudo de Lu et al.,⁽¹⁷⁾ utilizando a técnica fNIRS, pretendiam avaliar como diferentes *feedbacks* devem afetar o desempenho criativo em um grupo de *brainstorming*. Cinquenta e nove díades de desconhecidos foram designadas aleatoriamente para interagir com um falso participante (um assistente experimental que atuava como um avaliador). As díades foram designadas aleatoriamente para uma tarefa das três condições: *feedback* positivo (20 díades), *feedback* negativo (19 díades) e condição de controle (20 díades). A tarefa de *brainstorming* consistia em 5 minutos de discussão e um *feedback* foi dado pelo avaliador. As áreas-alvo cerebrais foram as regiões frontopolar e bilaterais dorsolaterais no córtex pré-frontal. Comportamento e índice de cooperação também foram medidos. Eles levantaram a hipótese de que a interação social afetaria o desempenho criativo do grupo e diferentes tipos de *feedback* devem gerar diferenças no INS. Seus resultados mostraram um INS maior quando o *feedback* era positivo em vez de negativo. Concluíram que o *feedback* negativo suprime a criatividade.

Reinero et al.⁽⁵⁰⁾ examinaram INS utilizando a técnica EEG em 44 quartetos mistos ou de mesmo sexo. Utilizaram tarefas de solução de problemas de maneira colaborativa (como um time) ou competitiva (resultados individuais). O objetivo era analisar a relação entre INS e identificação dos indivíduos intergrupo para explicar a performance coletiva. Os resultados apontaram que times mais coesos e mais fortemente vinculados cooperaram mais e que a performance individual também foi melhor. Concluíram que INS pode ser utilizado como preditor de performance coletiva entre times, mais que medidas avaliativas (escalas e testes).

Richard et al.⁽⁹⁹⁾ quiseram avaliar o efeito das mensagens nas mídias sociais e o efeito desta propaganda na dinâmica intercérebros dentro de pequenos grupos de participantes. Para tal, utilizaram a técnica EEG em grupos de 3 ou 4 participantes debatendo assuntos sociais relevantes em 4 cenários de controvérsia variável (investimento em corporações antiéticas; destino de viagem com base em consciência social; Julgamento de assassinato: punição vida ou morte; decisão de vacinar ou não. Cada questão foi analisada por concordância, acordo *versus* desacordo, e por unanimidade de grupo, unânime *versus* não unânime. Um dos achados deste estudo foi a maior coerência intercérebros na faixa de frequência gama para pares concordantes do que para pares discordantes nas regiões corticais

relacionadas a interações sociais. Estes efeitos foram ampliados onde houve unanimidade. Encontraram ainda variabilidade de resposta dependente do tipo de cenário.

Todos estes estudos encontram-se relacionados na tabela 2.

Tabela 2. Estudos de *Hyperscanning* em interação interpessoal em grupos

Autores	Voluntários	Paradigma	Método/Técnica	Objetivo	Medida de desfecho	Resultados
Brockington et al. ⁽⁸⁾	Experiência 2 - 4 estudantes universitários, 2 homens, 2 mulheres	assistir a uma palestra	fNIRS; Monocular Mobile Eye-5 (ASL, Bedford, MA, EUA) Regiões-alvo: Cortex pré-frontal e TPJ.	Estudar a correlação entre estados de atenção e excitação e sincronização neural.	Correlações inter-cérebros através de blocos de 8 minutos.	A sincronização dos cérebros diminui ao longo do tempo do experimento.
Duan et al. ⁽¹⁰⁾	9 pessoas tocando tambor em círculo.	Tarefa de interação social: batuque juntos. Medição de múltiplos cérebros simultaneamente em um ambiente de interação social realista, face a face.	fNIRS - Cada touca: 4x4 canais. 2 dispositivos fNIRS. Regiões-alvo: córtex pré-frontal e TPJ LABNIRS, MATLAB, ETG 4000.	Criação de um método de medição multi-cerebral.	INS entre os cérebros dos participantes enquanto tocam tambores juntos.	O CIMBN mostrou 9 cérebros ligados durante a tarefa de batuque. Os resultados sugerem uma diversidade de papéis desempenhados pelos participantes.
Ikeda et al. ⁽¹¹⁾	97 estudantes universitários de direita. 65 homens; 32 mulheres (18-26 anos de idade). Quatro grupos de 24/25 sujeitos.	Grupo caminhando em situações de congestionamento.	fNIRS -Ultrasmall NIRS - 1 emissor, 2 detectores. Regiões-alvo: córtex pré-frontal, região frontopolar.	Verificar se a variação do INS depende da modulação da coordenação relacionada aos processos cognitivos.	INS e som de batida constante.	Aumento do INS na situação de batida. Melhor fluxo da marcha durante a situação de batida rítmica.
Liu et al. ⁽¹²⁾	180 voluntários. 20 grupos de 9 pessoas	Tarefa de interação social: batuque juntos. Medição de múltiplos cérebros simultaneamente em um ambiente de interação social realista, face a face em grupos de desconhecidos.	fNIRS - Cada touca: 4x4 canais. 2 dispositivos fNIRS. Regiões-alvo: mPFC e TPJ. LABNIRS, MATLAB, ETG 4000.	Estudar o impacto da sincronia na performance de grupo em tarefa de batida de tambores.	INS entre os cérebros dos participantes enquanto tocam tambores juntos em diferentes condições	Os resultados sugerem que as representações mentais compartilhadas nesta condição de equipe podem ser um componente para INS.

continua...

...continuação

Jiang et al. ⁽¹³⁾	11 3 grupos de membros, 6 grupos de homens, 6 grupos de mulheres; todos estranhos entre si. Localizados em pares, cara a cara.	Discussão em grupo sem líderes orientada para uma situação de solução de problemas em uma condição ecológica.	fNIRS - Cada tampa: 10 canais em uma região alvo do fNIRSPORT: TPJ e IFG Duas câmeras em direções opostas - para codificação de comportamentos de comunicação.	Observar as diferenças entre o INS do líder e o INS do seguidor.	Diferenças em INS.	Foram encontradas diferenças de ativação entre os pares LF e FF. Para os pares LF, houve um aumento do INS na TPJ (lado esquerdo).
Nozawa et al. ⁽¹⁴⁾	12 4 grupos de sujeitos sentados em torno de uma mesa frente a frente. 5 grupos de homens. 4 grupos de mulheres. 3 grupos mistos. 2 grupos eram compostos de estranhos e 10 de conhecidos.	Jogo de Comunicação Cooperativa (jogo de cadeia de palavras).	fNIRS -Dispositivo: fNIRS sem fio. Quatro 2 canais -Target Region: <i>software</i> frontopolar WBMR R (R Development Core Team, 2008).	Estudar se a comunicação verbal cooperativa e não-estruturada aumenta a frontopolar INS / dependência temporal na modulação INS.	INS frontopolar em comunicação natural e sem restrições.	Confirmou o aumento do INS frontopolar e a dependência de tempo na modulação do INS. Estabeleceu parâmetros e base técnica para estudos de <i>hyperscanning</i> envolvendo grupos e comunicação.
Dai et al. ⁽¹⁵⁾	21 3 sujeitos grupos de estranhos sentados em um triângulo em uma situação cara a cara e de costas a costas. 10 grupos de mulheres. 11 grupos de homens.	Discussão em grupo/ situação de múltiplos oradores em um contexto ecológico.	fNIRS - Cada touca: 11 canais em um Fnrnsport . MATLAB. ANCOVA. EEGLAB (ICA) Regiões Alvo: Cortices Frontal / Temporal / Parietal esquerdos. ETG-4000 - sistema de topografia óptica.	Verificar se em uma situação de múltiplos falantes a atividade neural relacionada à previsão surge mas não a atividade neural relacionada à informação sensorial.	INS correlaciona o processo seletivo em uma situação de múltiplos falantes.	Melhoria seletiva do TPJ-TPJ INS para pares de ouvintes-atendidos em todas as condições. Aumento do INS entre os ouvintes pSTC e o orador atendido TPJ.

continua...

...continuação

Lu et al. ⁽¹⁶⁾	22 -3 grupos de disciplinas (díades aleatórias + confederados) - 40 mulheres, 2 homens todos estudantes universitários.	Tarefa colaborativa de <i>brainstorming</i> em grupos de três membros: 2 participantes reais e um confederado.	fNIRS- Conjunto de sondas optóides 3X5 - <i>Software</i> ANOVA - Áreas-alvo: pré-frontal (testa).	Confirmação de hipótese cooperativa interativa - Diferença de sincronia neural entre as diferentes díades dos grupos.	INS entre as díades relacionadas a um confederado.	Diferente engajamento individual na interação interpessoal. Alta sincronia entre participantes reais e baixa sincronia entre participantes e confederados.
Lu et al. ⁽¹⁷⁾	118 estudantes universitários (102 mulheres, 16 homens). Trabalhando em tríades (2 participantes e um terceiro participante falso - assistente experimental).	Criatividade na tarefa de <i>brainstorming</i> resolvida sob diferentes condições.	fNIRS -3X5 toucas com optodos, 22 canais ETG-7100. fNIRS áreas-alvo: córtex pré-frontal frontopolar e dorsolateral bilateral. Wavelet-MDL. <i>Software</i> ANOVA.	Verificar como a interação social afeta o desempenho criativo do grupo. A hipótese é a de que diferentes tipos de <i>feedback</i> irão gerar diferenças de sincronia neural.	O INS medido durante condições de <i>feedback</i> positivo, negativo e neutro.	INS mais alto quando o <i>feedback</i> era positivo em vez de negativo. A criatividade mostrou ser reprimida quando o grupo recebeu um <i>feedback</i> negativo.
Babiloni et al. ⁽²¹⁾	3 Quartetos de saxofonistas profissionais.	Saxofonistas tocando em conjunto.	EEG - (30 toucas de eletrodos); Brain Explorer, EB-Neuro; EOG; EMG; <i>Software</i> GALILEO. Câmera.	Identificação de estados mentais de "ligado e desligado" - Observar interação interpessoal em diferentes partes da música.	Dinâmica do EEG X características musicais.	A abordagem metodológica demonstrou ser adequada.
Babiloni et al. ⁽²²⁾	3 quartetos de saxofonistas profissionais.	Saxofonistas tocando em conjunto e observando seu próprio desempenho em vídeo.	EEG - (30 toucas de eletrodos); Brain Explorer, EB-Neuro; EOG; EMG; <i>Software</i> GALILEO. Câmera.	Verificar se as atividades nas áreas frontais de Brodmann (BAs) estão associadas à empatia emocional e cognitiva de músicos que tocam em conjunto.	Dinâmica do EEG.	Sugere que a ativação de BAs durante a tarefa de observação reflete um processo "emocional" nos músicos.

continua...

...continuação

Greco et al. ⁽²⁴⁾	4 saxofonistas profissionais.	Saxofonistas assistindo a própria performance.	EEG (4 tocas com 30 eletrodos cada). EOG registrados, MATLAB, EEGLAB. Câmera de vídeo.	Liderança <i>versus</i> sincronicidade : Estudar se a voz do instrumento afeta a sincronia da atividade oscilatória de cérebro para cérebro.	sincronização de fases.	Concluíram que voz do instrumento afeta a sincronia da atividade oscilatória de cérebro para cérebro.
Reinero et al. ⁽⁵⁰⁾	174 estudantes em grupos de 4. Quartetos mistos ou de mesmo sexo.	Tarefas de solução de problemas - em time e individualmente	EEG sem fio EMOTIV EPOC portátil de 14 canais, programa de <i>software</i> do banco de testes EMOTIV.	Examinar relação entre INS e performance coletiva	INS em performance coletiva	INS prediz performance coletiva
Davidesco et al. ⁽⁵¹⁾	42 participantes (28 mulheres) de 18/30 anos de idade.	11 - 4 grupos de membros Palestras conduzidas por professores.	EEG (toucas de eletrodos com 32 canais each- Enobio 32). Eletrodo de orelha. <i>Software</i> NIC2. MATLAB, EEGLAB. 3 câmeras de vídeo. Tablet. Camada de Streaming de laboratório.	Validade de usar o INS pode prever resultados individuais, como retenção de memória tardia.	INS e retenção de memória.	O INS pode prever a retenção imediata e tardia da memória.
Müller et al. ⁽⁹⁴⁾	1 quarteto de guitarristas profissionais.	guitarristas durante a execução do quarteto.	EEG (4 tocas com 28 eletrodos cada). EOG registrados. <i>Software</i> de visão cerebral. Câmera de vídeo.	Estudar o efeito da complexidade técnica musical <i>versus</i> o aumento de conexão cerebral.	rede hypercérebro.	Existência de mecanismos que apoiam temporariamente ações conjuntas e coordenadas.
Ko et al. ⁽⁹⁵⁾	18 participantes (11 homens e 7 mulheres) com idades entre 23 e 27 anos.	Tarefa de atenção sustentada complexa (palestra) em um ambiente de sala de aula universitária.	EEG (touca de 32 canais), EEGLAB, MATLAB + gravação de vídeo. <i>Software</i> ANOVA.	Correlação: Variação na dinâmica espectral do EEG X executando tarefa relacionada à atenção.	Tarefa de alerta visual deficiente.	Criação de protocolo para estimar a atenção visual durante atividades em sala de aula.

continua...

...continuação

Dikker et al. ⁽⁹⁶⁾	12 alunos do ensino médio durante atividades regulares em sala de aula.	Atividades regulares em sala de aula.	EEG portátil (EMOTI-VEPOC HADSET). Sistema ANOVA.	Estudo da correlação entre o envolvimento em sala de aula e a dinâmica social X INS.	INS medido em situações de sala de aula.	INS como um marcador neural para o engajamento em sala de aula de interações sociais.
Bevilacqua et al. ⁽⁹⁷⁾	12 alunos do ensino médio + professores.	Atividades regulares em sala de aula e seus professores usando diferentes estilos de ensino.	EEG portátil.	Estudo do engajamento dos alunos frente à simpatia do professor - sincronia cérebro a cérebro entre alunos e professor.	Sincronia de cérebro para cérebro e retenção de conteúdo.	Correlações encontradas: 1) aproximação INS X estudante/professor 2) aproximação estudante/professor X retenção.
Zhang et al. ⁽⁹⁸⁾	Grupo de 25 participantes (12 homens).	Atividades de grupo - comunicação, discussão e atividades de construção.	EEG (5 toucas de eletrodo de 32 canais), 2 câmeras DV, PC, Pccam. EEGLAB, MATLAB.	Verificar se as tarefas de liderança seriam melhor realizadas do que aquelas sem líder determinado.	As atividades do cérebro medidas em tarefas com líder e sem líder designado.	tarefas com líder seriam melhor realizadas do que aquelas sem líder determinado.
Richard et al. ⁽⁹⁹⁾	159 participantes sadios entre 18 e 49 anos recrutados por anúncio eletrônico. Grupos de 3 ou 4.	Tarefa de discussão em 4 de cenários controversos usando simulação de mídia social.	EEG - -AlertR X24 (ABM Inc). Matbab, EEGLAB. Simulação de mídia social (SMART). <i>Software</i> (Cubic Corp), e Pro Nano Eye-Tracker. Câmera e <i>software</i> de pupilometria (Tobii). Plataforma SMART (CDAI).	Examinar o efeito das mensagens nas mídias sociais. Avaliar a dinâmica inter-cérebros dentro de grupos de participantes.	Coerência cerebral entre pares de sujeitos	Resultados sugerem que a coerência cerebral pode variar de acordo com o tipo de cenário apresentado.

EEG: eletroencefalograma ; EOG: eletro-oculográfico; EMG: eletromiográfico; BAs: áreas de Bradmann; fNIRS: espectroscopia funcional no vermelho próximo; método de exame de imagem em grupo proposto pelos autores (CIMBN – *cluster imaging of multibrains network*); INS: neuro sincronização interpessoal; LF: líder- seguidor; FF: seguidor-seguidor; TJP: junção temporoparietal; pSTC: córtex pré-frontal superior; IFG: giro frontal inferior.

Em neurociência, o futuro sinaliza para abordagens multidimensionais⁽⁴⁾ que contemplem o dinamismo dos contextos sociais de maneira mais ecológica.^(50,100,101) A direção parece ser a de abordagens cognitivo etológicas.⁽²⁵⁾

É grande a importância de se caracterizar processos comportamentais e cognitivos individuais envolvidos no processo de interação interpessoal. Isto porque interações interpessoais são um dos temas centrais da nossa experiência humana.⁽²⁵⁾ Entretanto, hoje os estudos apresentam baixa validade ecológica.⁽²⁵⁾

As tarefas experimentais também devem refletir esta tendência com estímulos mais naturalistas^(4,9,50,90) que envolvam tarefas que trabalhem processos cognitivos e afetivos concomitantemente.⁽⁵³⁾ No entanto, na sua maioria apresentam estímulos simples, constritos e descontextualizados, que não refletem situações reais de interação.⁽²⁵⁾

Vale lembrar que as experiências sociais humanas são contexto-dependentes e multimodais. As tarefas controladas e restritas podem não refletir o processamento social no mundo real. Em termos experimentais, as respostas cerebrais em contextos naturais podem ser distintas daquelas em contextos controlados e artificiais.⁽⁴⁾

Além disto a dinâmica dos contextos sociais envolve rápidas e contínuas mudanças. Abordagens mais complexas e temporalmente estendidas podem fornecer novos *insights* sobre como individualmente percebemos, pensamos, reagimos e interagimos com os outros.⁽⁴⁾ Os paradigmas precisam ser pensados de maneira a responder perguntas como “se, onde e como” dentro de um contexto social e não removido dele. Os estímulos têm que ser interativos e gerar engajamento.⁽²⁵⁾

2.5 fNIRS

O fNIRS é um método de aquisição de neuroimagem funcional. Os tecidos humanos apresentam relativa transparência à luz de 650 a 1000nm de comprimento de onda no espectro eletromagnético. A luz próxima ao infravermelho (NIR – *near infrared*) é tanto absorvida pelos compostos pigmentados do sangue (a hemoglobina cromóforo principal – que é a proteína responsável pelo transporte de oxigênio pelo sangue) quanto dispersa. A dispersão da luz se faz 100 vezes mais

provável que a absorção,⁽¹⁰²⁾ mas a luz NIR possui uma relativamente alta atenuação no tecido devido à hemoglobina cromóforo principal que se localiza nos pequenos vasos de microcirculação como capilares e leitos venulares e arteriolares.⁽¹⁰³⁾

Com base no acoplamento estreito relativo à atividade neural e do fornecimento de oxigênio,⁽¹⁰⁴⁾ a variação das concentrações de oxihemoglobina e deoxihemoglobina é indicadora da ativação cortical. O sinal comum fNIRS que se observa após uma ativação neural reflete a diminuição da deoxihemoglobina acompanhada por um aumento da concentração de oxihemoglobina.⁽¹⁰⁵⁾ Esta técnica possibilita ao pesquisador obter informações acerca da hemodinâmica cerebral, acoplamento neurovascular e flutuações neurofisiológicas e dar sentido aos sinais fisiológicos, encontrando correlatos neurais de processos cognitivos e motores.

Existe uma limitação na técnica devido ao fato de só conseguirmos medir as variações relativas à oxigenação. Os valores absolutos não estão disponíveis, especialmente se levarmos em conta a capacidade da luz de atravessar diferentes estruturas cerebrais. Assim, para medidas hemodinâmicas funcionais utilizamos a Lei Beer-Lambert, assumindo que as variações nas concentrações de oxigênio não são suficientes para interferir no caminho da luz através do tecido humano. Como o caminho médio da luz depende das propriedades de espalhamento do tecido humano, e esta equação tem validade apenas na ausência de dispersão, utilizamos a Lei de Beer-Lambert modificada (que leva em consideração a propagação difusa da luz).⁽¹⁰⁶⁾

As vantagens associadas à utilização do fNIRS são a especificidade bioquímica; a alta resolução temporal; o potencial para medir eventos intracelulares/intravasculares simultaneamente a sua mobilidade,⁽¹⁰³⁾ o que permite mais liberdade de movimentos aos participantes e a criação de cenários mais ecológicos para pesquisa.^(6,107)

As limitações encontradas neste método são a impossibilidade de investigar regiões cerebrais profundas como amígdala e gânglios frontais, por exemplo; a dificuldade em separar sinais NIRS de sinais provenientes de tecidos extra cerebrais; a impossibilidade de aquisição de informações sobre estrutura cerebral para referência anatômica; a atenuação da luz NIR pela estratificação e cor escura de cabelos.⁽¹⁰³⁾

Para projetos experimentais e implementação de estudos utilizando a técnica fNIRS temos que levar em conta que esta técnica permite a medição pontual de eventos intracelulares/intravasculares simultaneamente, de modo que o pesquisador possa determinar áreas de ativação ao longo do tempo. Entretanto, o tempo de

exposição deve ser curto. As tarefas são realizadas em blocos com intervalos máximos de 40 segundos, normalmente com períodos de repouso intercalados (informação de base), condição experimental e condição de controle. As medidas de resultado estão associadas à sincronização de sinais cerebrais entre os indivíduos do grupo.

3 MÉTODOS

3.1 Aspectos éticos do estudo

Este estudo, CAAE 09528419.3.0000.0071, SGPP 3701-19, foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo) em 26/03/2019 (CEP: 3.242.952) (Anexo 2).

Seguindo os sete princípios⁽¹⁰⁸⁾ do *National Institutes of Health*, temos para este estudo as considerações:

1. Do valor social: protocolos desta natureza utilizando a técnica fNIRS podem ajudar na caracterização dos mecanismos cerebrais da interação social em grupos, o que pode ser relevante para compreensão de comportamentos importantes no contexto da saúde, tais como vínculos de confiança, *rapport* e compreensão mútua. Além disto, a identificação de contextos sociais naturais (como o desenho colaborativo) que podem ajudar a promover vínculo entre desconhecidos tem o potencial de ser utilizada como protocolos nas terapias complementares na área de saúde mental;

2. Da validade científica: desenvolvemos um protocolo cuidadoso, com uso de randomização nos processos e métodos estatísticos e de análise adequados, com capacidade de reprodutibilidade, descritos ao longo da seção de Métodos deste manuscrito;

3. Da seleção justa dos sujeitos: estão descritos no item 3.1.3 deste os critérios de seleção dos participantes, convite e esclarecimentos;

4. Taxa de risco-benefício: os benefícios dizem respeito à possibilidade do melhor entendimento dos aspectos neurofisiológicos envolvidos nas relações sociais. Os riscos são considerados mínimos, tanto de perda de confidencialidade como desconforto. Com relação à confidencialidade, os cuidados encontram-se descritos no item 3.1.3.6. O desconforto pode ser causado pelo uso da touca, mas o método é não invasivo;

5. Revisão independente: este projeto foi integralmente acompanhado pelo CEP Einstein, sendo todos os relatórios pertinentes entregues;

6. Consentimento informado: este protocolo é criterioso com relação aos esclarecimentos, recebimento e tratamento dos voluntários. Todas as medidas e

esclarecimentos encontram-se descritas nos itens 3.1.3, especialmente em 3.1.3.5 e 3.1.3.6 e também em 3.1.1.6;

7. Respeito aos sujeitos: toda informação dos voluntários deste trabalho é confidencial. Os originais permanecem em uma pasta, em armário fechado com acesso limitado no Instituto do Cérebro. As informações codificadas e despersonalizadas são acessadas pelos integrantes da pesquisa via REDCap. Este item está descrito em 3.1.1.6.

3.2 Desenvolvimento do protocolo experimental

Para o desenvolvimento deste protocolo experimental naturalístico para avaliação de respostas cerebrais vasculares e comportamentais durante a interação interpessoal em quartetos utilizando uma dinâmica de desenho colaborativo nós elaboramos, de forma sistemática, um passo-a-passo (Figura 4) de cada uma das etapas de planejamento e execução do protocolo, como um guia para pesquisadores interessados.



Figura 4. Desenvolvimento do protocolo experimental – passo a passo

3.2.1 Tarefa experimental

3.2.1.1 A condição social: desenho colaborativo

O objetivo da elaboração deste jogo para a tarefa experimental do protocolo foi o de direcionar a atenção visual dos sujeitos para as faces de seus parceiros, induzindo-os a uma observação mais consciente entre si. O jogo de desenho colaborativo de rostos é uma atividade de quebra de gelo utilizada em rotinas de treinamento empresarial para melhorar as relações interpessoais de grupos. Ao conectar sentimentos e percepção visual, a técnica do desenho colaborativo de rostos é uma forma valiosa de ativar respostas empáticas, curiosidade interpessoal e conectividade entre os participantes.⁽¹⁹⁾ Ela requer habilidades relacionadas à Teoria da Mente que inclui a imitação e a antecipação do comportamento dos outros.⁽¹⁹⁾

Nós desenvolvemos uma adaptação deste jogo dentro do protocolo. O funcionamento da dinâmica é bastante simples, cada folha de papel recebe um retrato de cada membro do quarteto desenhado por seus outros três parceiros. Para tal, cada folha está dividida em três partes iguais, denominadas sessões ou faixas de desenho, uma onde representa a área da testa e olhos, a segunda a região do nariz e a terceira a região da boca e queixo. A ideia foi direcionar a atenção e provocar o olhar aos parceiros, criando, para tal, *hotspots*.⁽⁹¹⁾ Durante o experimento completo cada voluntário teve seu rosto retratado três vezes por seus companheiros de quarteto de maneira colaborativa e cada voluntário, por sua vez, desenhava as três partes do rosto de seus parceiros, ainda que em três diferentes folhas de papel ou retratos.

As regras gerais do jogo foram assim definidas para as coletas realizadas:

- a) Os participantes foram previamente instruídos sobre as regras;
- b) Cada participante teve seu rosto retratado três vezes de forma colaborativa por seus parceiros;
- c) Cada folha de papel representou um retrato totalmente desenhado de um participante;¹

¹ Foram considerados diferentes tons de cores pastel para as diferentes fases do jogo, uma folha verde, uma azul e uma branca utilizadas nesta ordem.

d) Sessões de desenho: cada folha de papel foi dividida em três faixas horizontais;

e) Cada faixa corresponderia a um parceiro de desenho. Após cada faixa ser desenhada, os papéis eram trocados entre o quarteto;

f) Na parte superior da folha os participantes deveriam desenhar a região da testa e dos olhos. Na parte do meio deveriam representar as áreas do nariz e da boca; e na parte inferior deveriam representar a área do queixo, pescoço e ombros (Figura 5);

g) Todas as faixas ou seções de papel continham instruções de quem deveria desenhar e quem seria desenhado (por exemplo: 1→3 – o que significa que o participante 1 deveria desenhar o participante 3).



Figura 5. Retratos colaborativos adquiridos durante as coletas do experimento

Tabela 3. Condição social da tarefa experimental - desenho do experimento

Bloco	Condição Desenho	dupla desenho	Tira de desenho	Bloco	Condição Desenho	dupla desenho	Tira de desenho	Bloco	Condição Desenho	dupla desenho	Tira de desenho
1 - Folha azul	C1	S1 - S3	■	2 - Folha Verde	C4	S1 - S3	■	3- Folha Branca	C7	S1 - S3	■
		S2 - S4	■			S2 - S4	■			S2 - S4	■
	C2	S1 - S4	■		C5	S1 - S4	■		C8	S1 - S4	■
		S2 - S3	■			S2 - S3	■			S2 - S3	■
	C3	S1 - S2	■		C6	S1 - S2	■		C9	S1 - S2	■
		S3 - S4	■			S3 - S4	■			S3 - S4	■

Cada Bloco representa uma folha de papel dividida em três faixas, cada faixa representa uma sessão de 40 segundos (desenho colaborativo). Em “Tira de desenho” a faixa grafada em preto refere-se à posição da folha que está sendo desenhada. Em C1, por exemplo, S2 desenha S4 e vice-versa na parte superior da folha.

Faz-se importante ressaltar que na pseudo randomização mantivemos a ordem de desenho entre os voluntários, primeiro desenhar o parceiro da

frente, depois o parceiro da lateral frontal e por último o parceiro ao lado. Alternamos a faixa de desenho trabalhada (Tabela 3).

3.2.1.2 A condição não-social: jogo de conectar os pontos

A condição de desenho de controle escolhida foi um jogo de conectar os pontos. Cada participante foi convidado a conectar os pontos dos números de série ascendentes a fim de formar uma figura.

Conectar os pontos é um jogo que é a base do Teste de Trilhas (*Trial Making Test*). É usado como um instrumento neuropsicológico para medir domínios cognitivos como flexibilidade mental e habilidades motoras visuais.^(109,110) O jogo estimula habilidades viso espaciais e aumenta as habilidades mentais.^(45,111) Resultados de estudos em quadros de demência sugerem que o aumento da atividade mental leva a benefícios cognitivos.⁽⁴⁵⁾

As regras gerais desta condição de desenho foram assim definidas para as coletas realizadas:

- a) Os participantes foram instruídos a ligar os pontos de maneira ascendente até formar figuras (Figura 6);
- b) Foram disponibilizadas para cada participante oito folhas de jogo de ligar os pontos em uma prancheta;
- c) Ao término de cada bloco da condição os participantes deveriam deixar de lado a prancheta;
- d) Ao início de cada bloco desta condição os participantes foram instruídos a continuar o desenho de onde haviam parado no bloco anterior.

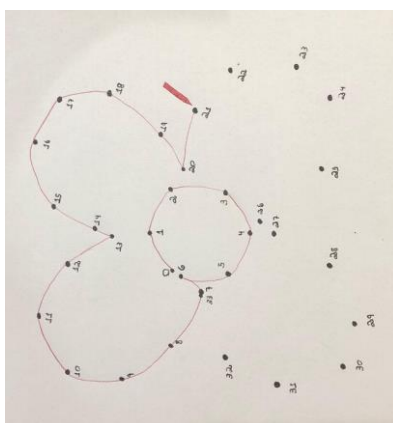


Figura 6. Jogo de ligar os pontos

3.2.1.3 Adaptando o jogo para a aquisição do fNIRS

O jogo foi adaptado para que a captura da imagem funcional dos cérebros do quarteto através do fNIRS fosse possível e para que os dados apresentassem uma qualidade significativa. Assim fez-se necessário observar:

a) O número de blocos que foi definido levando em conta os seguintes parâmetros: as condições deveriam ser repetidas um número adequado de vezes, a fim de reduzir a margem de erro nos resultados; o excesso de repetições deveria, no entanto, ser evitado pois poderia levar os participantes a automatizar a tarefa, gerando viés;

b) A duração de cada bloco foi planejada levando em conta o tempo de captura das respostas hemodinâmicas pelo fNIRS (em média 6 segundos após a apresentação de um estímulo ou o início de uma tarefa). Também foi considerada a influência do tamanho dos blocos na determinação do filtro nas etapas seguintes;

c) Ao final de cada bloco de ambas as condições, um período de estado de repouso foi adicionado para permitir que o sinal hemodinâmico decaísse;

d) A ordem dos blocos foi planejada para evitar que os participantes se acostumassem com a sequência de tarefas. Foram criadas 3 sequências de blocos pseudo randomizados (com as condições social e não social intercaladas) para reduzir os efeitos antecipatórios;

e) A duração total do jogo foi planejada tendo em mente que os participantes usariam as toucas apertadas do fNIRS e ficariam relativamente próximos uns dos outros. O jogo não deveria ser muito longo, pois a aquisição poderia se tornar desconfortável, o que poderia constituir um desestímulo para a participação de mais voluntários.

3.2.1.4 Paradigma experimental

Os blocos e as condições ficaram assim dimensionados: 9 blocos da condição social de desenho colaborativo e 9 blocos da condição não social de conectar os pontos. Cada bloco de ambas as condições durou 40 segundos. O período de descanso definido entre cada um dos blocos durou 20 segundos. Foram criadas 3 sequências para executar as tarefas de modo que uma condição não fosse executada

mais de 2 vezes seguidas (Tabela 4). A intenção foi a de não deixar transparecer aos participantes a ordem de apresentação das condições pré-estipuladas. A duração total do experimento foi de 18 minutos.

Tabela 4. Uma das três sequências de randomização das tarefas (social e não social) entremeadas por períodos de descanso

Sequência 1 de randomização de tarefas (condição social, não social e descanso)									
Comando	tempo (s)	Condição			Comando	tempo (s)	Condição		
Descanso	20	C1 S1 - S3 S2 - S4			Desenhe	40	C4	S1 - S3	
Desenhe	40				Descanso	20		S2 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C5 S1 - S4 S2 - S3		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C6	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C7 S1 - S3 S2 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C8	S1 - S4	
Desenhe	40				Descanso	20		S2 - S3	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	
Descanso	20				Pontos	40	C9 S1 - S2 S3 - S4		
Pontos	40				Descanso	20			
Descanso	20				Desenhe	40	C9	S1 - S2	
Desenhe	40				Descanso	20		S3 - S4	

c) Durante o experimento, todos os estímulos programados foram exibidos em uma janela preta de apresentação, evitando que os participantes fossem expostos a distratores.

3.2.1.6 Procedimentos: instruções prévias aos participantes com relação ao jogo

a) Com as toucas e participantes em posição, cada quarteto foi instruído sobre o equipamento fNIRS, as toucas, os fios e os possíveis riscos ou desconfortos envolvendo o procedimento;

b) Os participantes foram lembrados sobre seu direito de deixar o experimento a qualquer momento;

c) As duas diferentes tarefas de desenho foram explicadas: o desenho colaborativo e o jogo de pontos de conexão;

d) Para o desenho colaborativo foram explicadas as faixas horizontais, e como saber onde e quem desenhar em cada faixa. Foram mostrados exemplos de desenho e efetuado um pequeno treinamento;

e) Para o jogo dos pontos de conexão, os participantes foram orientados a conectar os números em ordem ascendente até que a figura fosse revelada;

f) O período de descanso e os comandos de tarefa registrados foram explicados;

g) Os participantes foram orientados a observar seus parceiros e detalhes que pudessem diferenciá-los.

3.2.2 Do equipamento fNIRS

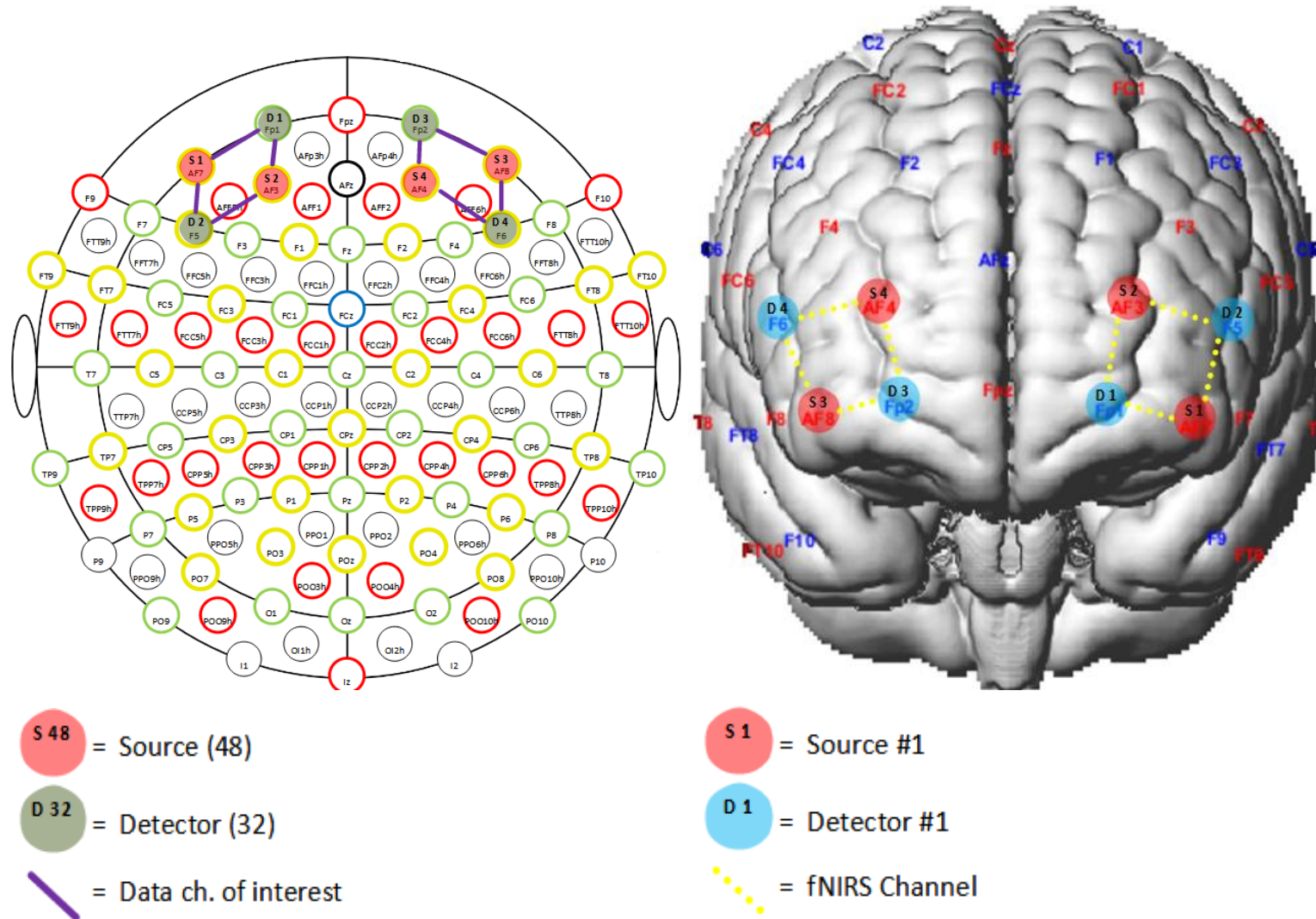
3.2.2.1 Aquisição de dados

Os registros de fNIRS foram realizados com dois equipamentos NIRSport (NIRx Medizintechnik GmbH, Alemanha) disponíveis no Instituto do Cérebro. Cada um dos equipamentos possui 8 sensores de LED que emitem luz no espectro do

infravermelho próximo em dois comprimentos de onda (760 and 850nm) e 8 detectores de luz.

3.2.2.2 Configuração dos canais/optodos

Para as aquisições de *hyperscanning* a distribuição dos optodos foi configurada nas toucas de forma que os canais ficassem posicionados acima das regiões de interesse sobre as cabeças de todos os participantes. Neste protocolo, os optodos foram divididos entre os quatro participantes para aquisição simultânea de sinais. As toucas utilizadas nos registros tiveram uma configuração baseada no sistema internacional 10-20, e as áreas anatômicas de interesse neste estudo incluíram porções do córtex pré-frontal. O recrutamento da região do córtex pré-frontal em tarefas de interação social foi explicado como um correlato de processos de controle de comportamento, incluindo a autorregulação.⁽⁵⁶⁾ A figura 7 representa a posição das fontes e dos detectores.



As letras S e D representam as fontes e os detectores, respectivamente: S1 na coordenada AF7 do sistema 10-20; S2 na AF3; S3 na AF8; S4 na AF4; D1 na Fp1; D2 na F5; D3 na Fp2 e D4 na F6. E os canais são colocados em: canal 1 entre S1-D1; 2 entre S1-D2; 3 entre S2-D1; 4 entre S2-D2; 5 entre S3-D3; 6 entre S3-D4; 7 entre S4-D3 e 8 entre S4-D4.

Figura 7. Distribuição de optodos na touca 1

3.2.2.3 Processamento e análise estatística dos dados de fNIRS

Os dados foram pré-processados utilizando o *software* NIRSLAB-2014.⁽¹¹²⁾ Inicialmente, foi realizada uma inspeção visual para verificar a qualidade dos sinais. Para controle de qualidade do sinal, determinou-se como critério de exclusão para cada canal ganho acima de oito e coeficiente de variação acima de 7,5%. A seguir, um filtro passa-banda de [0,01, 0,20] Hz foi aplicado para minimizar os efeitos de artefatos sistêmicos. Os sinais ópticos foram convertidos para concentrações hemodinâmicas de hemoglobina oxigenada e desoxigenada utilizando a lei de Beer-Lambert modificada.⁽¹⁰²⁾

Apenas a série temporal da oxihemoglobina foi considerada para o cálculo da correlação do sinal cerebral entre os participantes. Os dados foram analisados separadamente nas condições de ligar os pontos e durante o desenho colaborativo.

A correlação dos sinais fNIRS para a média dos canais coletados foi calculada para cada um dos participantes (P), $P = (N \times N) - N/2 = 6$ pares de indivíduos formados pela amostra ($N=4$). Para cada um dos nove blocos de cada condição, uma matriz de correlação foi construída de modo que seus elementos correspondiam à correlação (Spearman) entre cada par de sujeitos no canal avaliado. Os blocos foram divididos em três partes, correspondentes ao período inicial (1-3), intermediário (4-6) e final (7-9) da interação. Cada uma destas partes corresponde, por sua vez, à um retrato completo de cada participante.

Uma análise exploratória foi realizada para avaliar a significância estatística das correlações entre indivíduos ao longo da tarefa utilizando o teste t para a média de uma amostra, considerando-se um nível de significância de 5%.

3.2.2.4 Configuração do aparelho fNIRS

Os perímetros cefálicos dos quatro participantes de cada coleta foram previamente medidos da seguinte forma: usando uma fita métrica, rodeando a circunferência fronto occipital de cada participante, foram extraídas as distâncias entre o osso frontal sobre o sulco supra orbital e a proeminência occipital máxima. Convencionou-se que as toucas escolhidas para a montagem fossem um número

menor em relação ao perímetro da cabeça de cada participante de maneira a dar mais estabilidade aos optodos.

No dia de cada aquisição, as fontes e detectores foram ajustados às toucas de acordo com a configuração predeterminada. Como questão de organização, o padrão de montagem seguido foi o que segue: optodos 1 a 4 para a touca de número 1, de 5 a 8 para a touca de número 2, de 9 a 12 para a touca de número 3 e de 13 a 16 para a touca de número 4.

Os participantes foram instruídos a se sentarem em seus bancos. Receberam esclarecimentos sobre o processo de colocar a touca sobre a cabeça. As toucas foram medidas e posicionadas adequadamente nas cabeças dos participantes. Foram consideradas a linha média central da cabeça (Cz) alinhada à parte superior, bem com a distância entre a orelha esquerda e direita acima do topo da cabeça.

Uma sobre touca foi utilizada para evitar que as luzes ambientes interferissem na aquisição de dados. Neste experimento toucas prateadas de tratamento capilar foram adaptadas pois tem caráter reflexivo e boa cobertura (Figura 8).

Após organizadas as toucas e os participantes, os fios dos optodos foram conectados aos amplificadores. Como questão de organização, o protocolo seguiu o padrão de conexão dos optodos: 1 a 8 ao NIRSport 1 e optodos 9 a 16 ao NIRSport 2. A seguir, foram conectados ambos NIRSport 1 e 2 ao computador via cabo USB.



Parte A: as toucas previamente montadas e a estabilização da fiação fNIRS. Parte B: detalhe da touca de proteção.

Figura 8. Organização das toucas

3.2.2.5 Software de aquisição de dados

Para cada coleta, após configurar o equipamento, o *software* NIRStar foi habilitado para adquirir os dados do fNIRS. Para seu uso, os seguintes passos foram observados:

a) Seleção da opção "Modo Tandem" na aba "Especificação de *Hardware*" que se encontra em "Configurar *hardware*" para que o *hyperscanning* pudesse ser realizado;

b) Seleção da montagem personalizada previamente salva (aba "Configurar *hardware*"). E verificação das configurações em "*Channel Setup*" e "*Topo Layout*";

c) Execução de calibração automática. O indicador de qualidade do sinal NIRStar permite verificar a integridade dos dados recebidos. A qualidade dos dados foi avaliada antes do início de cada aquisição (leia-se como sinal suficiente os canais sinalizados apresentarem a cor verde ou amarela). Caso os canais direcionados estivessem representados em vermelho ou branco (indicativo de possíveis impedimentos da chegada da luz ao escalpo), os optodos correspondentes deveriam ser removidos, avaliados, limpos (com uma toalha e os pelos afastados gentilmente com auxílio de um cotonete), reconectados e nova calibração efetuada.

d) Abertura do *software* NIRStim e a apresentação dos blocos programados. O registro dos marcadores criados no NIRStim é feito automaticamente e sua marcação pode ser vista no NIRStar;

e) Após o término de cada coleta de experimento a gravação foi interrompida, o *software* fechado e o arquivo de gravação copiado no diretório escolhido.

3.2.3 Dos participantes

3.2.3.1 Determinação amostral

Nosso estudo tem como objetivo desenvolver um protocolo de avaliação de respostas comportamentais e cerebrais e avaliar a viabilidade do mesmo

em um estudo piloto. Não pretendemos testar nenhuma hipótese que necessite de cálculo amostral.

Até o presente momento, não existem ferramentas para a estimativa do tamanho da amostra para estudos de fNIRS. Dado o caráter exploratório do projeto inicial, usamos como base para a definição amostral estudos prévios de *hyperscanning*, como Vanzella et al.,⁽¹¹³⁾ no qual foram avaliadas 5 duplas de participantes em condição de interação. Determinamos inicialmente o recrutamento de 9 quartetos (n=36), dos quais coletamos 4 (n=12).

3.2.3.2 Formação dos quartetos

Outro cuidado observado diz respeito à formação dos quartetos. Os quartetos foram compostos por estranhos. Esta condição fez-se necessária e garantiu que o conhecimento prévio não interferisse tanto na coleta de dados quanto nos resultados. Os quartetos foram também compostos por indivíduos do mesmo sexo. Este critério de gênero, por sua vez, evitou possíveis interferências de interação social causadas por diferenças de comportamento e atividades cerebrais (encontradas em estudos anteriores de *hyperscanning* utilizando díades masculinas, femininas e mistas).^(114,115)

3.2.3.3 Critérios de inclusão

Indivíduos adultos e funcionais, na faixa etária de 18 a 30 anos de idade, funcionários e/ou alunos universitários ou cursando a pós-graduação do Hospital Israelita Albert Einstein, sem histórico de distúrbios neurológicos ou psiquiátricos e destros.

Os participantes foram submetidos aos seguintes instrumentos para avaliação de critérios de inclusão:

a) Questionário de identificação pessoal e características demográficas;

b) Ausência de sintomas significativos de ansiedade e depressão: avaliados pela Escala Hospitalar de Ansiedade e Depressão.⁽¹¹⁶⁾ Trata-se de um teste

com quatorze questões em escala de 0 a 3, sendo 7 para avaliação da frequência de ansiedade e 7 para depressão. Os pontos de corte adotados foram os validados por Marcolino et al.⁽¹¹⁶⁾ para ambas as subescalas (maior ou igual a nove);

c) Ausência de repertório de habilidades sociais deficitário: avaliado pelo Inventário de Habilidades Sociais.⁽¹¹⁷⁾ Trata-se de um inventário a ser aplicado por psicólogos que avalia em um percentil de 0 a 100 o repertório de habilidades sociais do indivíduo. Avalia ainda as habilidades (F1) enfrentamento e autoafirmação com risco; (F2) autoafirmação na expressão do sentimento positivo; (F3) conversação e desenvoltura social (F4), autoexposição a desconhecidos e situações novas; (F5) autocontrole e agressividade. Para estes escores fatoriais optamos pela avaliação simplificada descrita no referido manual de del Prette.⁽¹¹⁷⁾

d) Ausência de sintomas significativos de desatenção e hiperatividade: avaliados pela Escala de Avaliação de Desatenção e Hiperatividade (ASRS-18 – *Adult Self-Report Scale*) para avaliação do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH) em adultos.⁽¹¹⁸⁾ Trata-se de um teste em duas partes com nove questões cada, nos domínios desatenção (Parte A) e hiperatividade/impulsividade (Parte B). A escala é de 5 pontos e varia entre o “nunca” e o “muito frequente”. Os pontos de corte adotados seguem o parâmetro da versão 18 para ambos os domínios: apresentar seis sintomas em pelo menos um dos domínios ou em ambos (na escala: frequente e muito frequente).

3.2.3.4 Critérios de exclusão

- a) Indivíduos que apresentassem a lateralidade canhota;
- b) Presença de sintomas significativos de ansiedade e depressão: avaliados pela Escala Hospitalar de Ansiedade e Depressão;⁽¹¹⁶⁾
- c) Repertório de habilidades sociais deficitário: avaliado pelo Inventário de Habilidades Sociais;⁽¹¹⁷⁾
- d) Presença de sintomas significativos de desatenção e hiperatividade: avaliados pela escala ASRS-18 para avaliação do TDAH em adultos;⁽¹¹⁸⁾
- e) Diagnóstico prévio de doença psiquiátrica, neurológica ou neurodegenerativa;
- f) Uso de substâncias psicoativas;

g) Uso estabilizado de antidepressivos tricíclicos, inibidores de receptação de noradrenalina ou serotonina não foi considerado fator de exclusão.

3.2.3.5 Convite

Todos os voluntários encontravam-se na faixa dos 18 e 30 anos de idade e receberam um convite pessoal para participar do protocolo. Antes do início do experimento, os participantes receberam todas as informações concernentes ao protocolo experimental, bem como foram informados de seus direitos. Eles então assinaram um formulário de consentimento informado e um formulário de consentimento de utilização de imagem (não obrigatório). Em seguida, preencheram um formulário de inscrição e responderam a questionários e escalas psicológicas (descritas nos itens 3.1.3.3 e 3.1.3.4 deste).

3.2.3.6 Aspectos éticos relativos à participação de voluntários

Todos os participantes receberam esclarecimentos a respeito dos objetivos, conteúdo e procedimentos do estudo, bem como consentiram sua participação por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 3).

Todos os participantes foram codificados de maneira a proteger a confidencialidade de seus dados e foram informados sobre a possibilidade de abandono do estudo a qualquer momento, sem que houvesse comprometimento ou constrangimento para eles.

Os participantes também foram instruídos a assinar o Termo de Autorização de Uso de Imagem (Anexo 4) uma vez que o experimento foi gravado. Os participantes que optaram por não assinar este consentimento tiveram assegurado seu direito de confidencialidade.

3.2.4 Do cenário

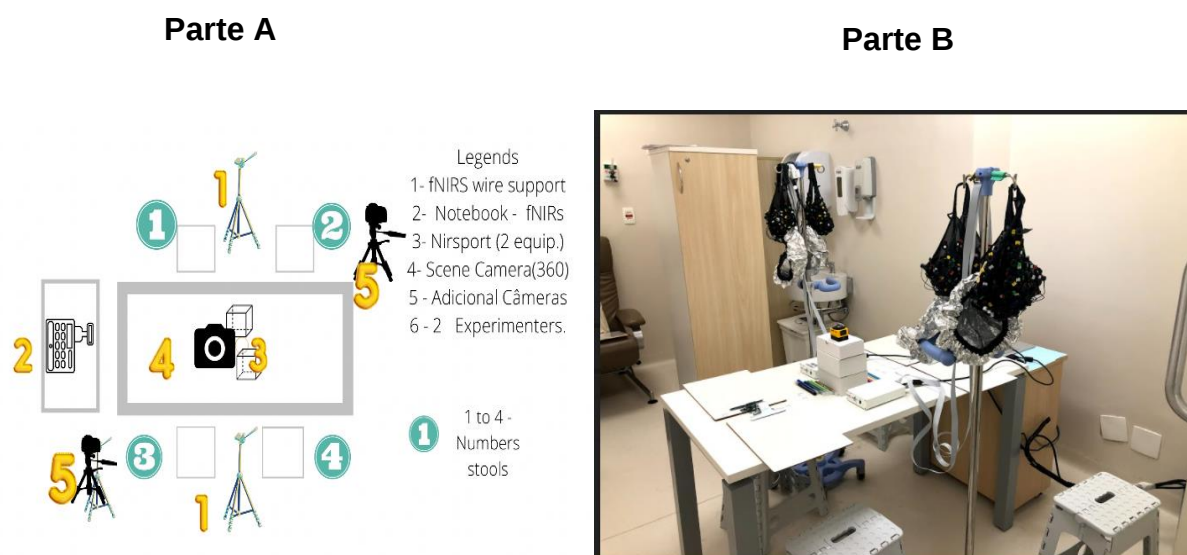
A preparação do cenário experimental incluiu os seguintes cuidados:

Uma sala do Instituto do Cérebro no Hospital Israelita Albert Einstein (HIAE) foi selecionada e dela foram removidos todos os potenciais distratores, tais como quadros, papéis de parede coloridos e objetos decorativos. A configuração da sala incluiu uma mesa retangular (de medidas aproximadas 1,10cm de comprimento por 0,72cm de profundidade), 4 bancos e dois suportes que garantissem a estabilidade da fiação do aparelho (utilizamos tripés hospitalares para soro). Todos os dispositivos elétricos, tais como ar-condicionado, permaneceram desligados durante a coleta (para evitar interferência nos sinais do aparelho).

No momento da instalação dos aparelhos e montagem do *setting* a extensão dos fios fNIRS foi considerada. Todos os cabos foram posicionados de modo a permanecerem estáveis durante a tarefa experimental.

O espaço de deslocamento dos pesquisadores ao longo do cenário também foi considerado. Duas pesquisadoras estiveram presentes no cenário experimental, uma responsável pelo fNIRS e a outra pelos participantes e pela filmagem. Ambas se responsabilizaram pela colocação das toucas do fNIRS antes do início da experiência e pela troca das folhas de desenho colaborativo ao longo do experimento.

Cada quarteto foi posicionado à mesa retangular, dois a dois, de modo que cada indivíduo pudesse observar os outros três parceiros. Cada participante recebeu uma etiqueta (numeradas de 1 a 4). Cada participante 1 foi posicionado à frente do participante 3 e ao lado do participante 2. O número da etiqueta de cada participante correspondia ao número de sua posição à mesa, ao número da touca do fNIRS e do banco onde deveria se sentar, todos previamente determinados e etiquetados (Figura 9).



Parte A: posicionamento dos participantes durante uma das coletas. Parte B: o cenário previamente montado (onde a numeração verde corresponde às etiquetas dos participantes e seus banquinhos/posicionamento à mesa; e os itens com a numeração em amarelo aos itens técnicos: 1- Suportes da fiação do fNIRS, 2 - Notebook receptor dos sinais de fNIRS, 3 - NIRSport, 4 - Câmera 360°, 5 - câmeras de suporte).

Figura 9. Cenário

3.2.5 Configuração de vídeo e aquisição de dados

3.2.5.1 Câmeras e gravação de vídeo

A dinâmica de gravação do experimento exigiu uma câmera de cena (360°) que pudesse ser posicionada sobre a mesa e de tal forma que os movimentos dos olhos e da cabeça de todos os participantes pudessem ser percebidos ao mesmo tempo. Foi utilizada a câmera Kodak pixPro sp360 (Kodakpixpro.com).

A cada coleta, a câmera foi posicionada e testada antes que os participantes fossem instalados no cenário. Importante ressaltar que interferências oriundas da câmera podem alterar a recepção dos sinais do fNIRS, assim, o ajuste da distância entre a câmera e seu receptor foi observada. Este protocolo utilizou receptores independentes para a câmera (*tablet*) e para o fNIRS (*notebook*).

O cartão de memória e a bateria da câmera foram checados sempre antes do uso visando garantir a existência de espaço para a gravação de cada coleta. O equipamento foi ligado e a interface verificada, o modo de gravação configurado antes da calibração do fNIRS. Os dados da gravação após cada coleta foram copiados para outro dispositivo antes de sua edição e análise.

O experimento mostrou a necessidade de câmeras auxiliares, suprida com a utilização de duas câmeras de celular de suporte (Iphone 8 e Galaxy 7), posicionadas nas laterais da mesa de maneira a filmar todos os ângulos possíveis de olhar dos participantes. Seus dados foram úteis para auxiliar o entendimento do comportamento do olhar em caso de problema ou dúvidas com os dados da câmera de cena.

3.2.5.2 Análise de vídeo

A análise de vídeo do experimento foi efetuada com a utilização da plataforma Mangold e o *software* Mangold Interact (Mangold (2020). Guia do Usuário INTERACT. Mangold International GmbH, Ed. (www.mangold-international.com)). Esta plataforma permite a visualização/análise sincronizada dos dados comportamentais e a transcrição e codificação de vários conteúdos de vídeo ao mesmo tempo e, portanto, dados mais robustos e confiáveis para análise de resultados.

Foram criados parâmetros de codificação quantitativa e qualitativa de conteúdo de vídeo que permitissem a busca de padrões/sequências para refinar dados observacionais às questões de pesquisa, tais como métricas individuais de comportamento do olhar, movimento da cabeça e dos olhos, movimento das mãos, expressões faciais e comportamento de fala.

No processo de análise foram consideradas, não apenas a duração dos eventos, mas também a sequência e sua posição no tempo e como eles se relacionaram entre si (por exemplo: comportamento de olhar compartilhado).

3.2.5.3 Extração de dados

Os dados de vídeo foram segmentados para codificação e análise posterior. Para a extração de dados o vídeo foi dividido em seções e as seções foram codificadas. A finalidade da segmentação e codificação foi fornecer categorias de dados para que fossemos capazes de destacar e analisar diferentes comportamentos alvo.

O esquema de codificação e análise do experimento utilizou o *software* Mangold Interact (www.mangold-international.com).

3.2.5.4 Segmentação

Neste protocolo as tarefas de segmentação foram divididas para evitar vieses, um primeiro avaliador dividiu o vídeo em seções: seções do bloco de desenho (cada bloco representado por um desenho completo de face compartilhada), as condições sociais e não sociais e o período de descanso.²

A seguir, um segundo avaliador dividiu os dados comportamentais dos participantes ao longo da condição social (desenho facial). O seguinte esquema de codificação foi observado:

Os dados comportamentais dos participantes do grupo foram transcritos e subdivididos em categorias. Códigos de interação foram criados para cada participante, rotulando-os de forma que o comportamento alvo e o número da etiqueta fossem explícitos.

As medidas de desfecho deste estudo foram o comportamento do olhar e a sincronicidade neural durante a interação social, portanto, pistas de comportamento (duração e quantidade) foram rastreadas para cada seção de desenho facial (condição social) de todos os participantes individualmente.

O comportamento do olhar tem uma dupla função, reunir informações de outros (codificação), bem como comunicar aos outros (sinalização).^(66,101) Como os participantes durante a condição social olhavam para o objeto de desenho (um parceiro), o foco do estudo foi a atenção relacionada ao objeto – neste caso significando observar se, e quanto da atenção do participante estaria focada no parceiro ao desenhar.

A ocorrência de olhar síncrono também foi observada, ou seja, quando ambos os parceiros que estavam se desenhando compartilhavam o contato visual e retribuía o olhar direto. Estudos recentes revelaram o aumento da atividade no arMPFC e seu acoplamento com o IFG quando os parceiros estabeleceram o olhar

² Todo segmento foi codificado (por exemplo: rosto; pontos; descanso).

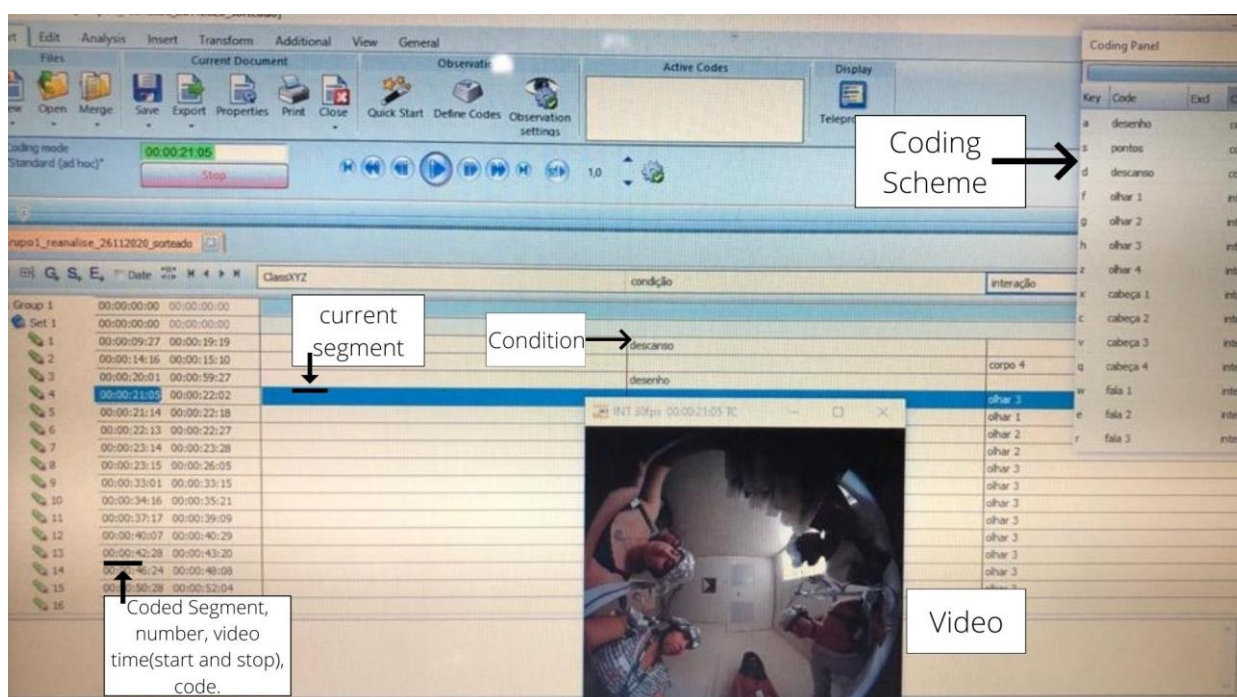
mútuo (áreas cerebrais envolvidas na mentalização, intenção de comunicação, interação social e linguagem).⁽⁵⁷⁾

O terceiro item observado referiu-se aos comportamentos associados com o olhar, tais como sorrisos/expressões diretas de fala/expressões faciais que também poderiam indicar uma maior atenção ao parceiro de desenho.

3.2.5.5 Codificação e análise

A tarefa de codificação e análise comportamental foi realizada por apenas um pesquisador, uma vez que os comportamentos foram facilmente identificados no vídeo. A função de análise sequencial não foi utilizada devido ao pequeno número de sequências de eventos codificados.⁽¹¹⁹⁾

Este estudo classificou a quantidade e a duração do comportamento de olhar de cada participante. As interações entre o grupo também foram observadas na análise (Figuras 10 e 11).



Plataforma Mangold – interface de códigos e vídeo. O esquema de códigos pode ser visualizado no canto superior esquerdo da figura. No canto inferior direito podemos visualizar os segmentos codificados, o tempo de cada evento detectado no vídeo e sua codificação.

Figura 10. Interface da plataforma Mangold e do vídeo para segmentação e codificação dos vídeos

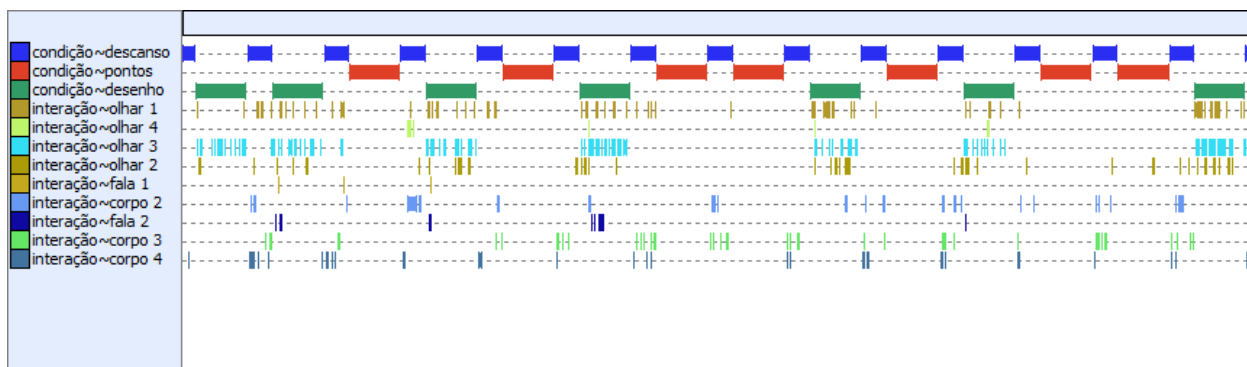


Figura 11. Time-line de coleta

3.2.6 Métricas de desenho

As métricas de desenho desenvolvidas neste protocolo podem ser usadas como medidas de desfecho para caracterizar habilidades técnicas e sociais individuais. Elas se basearam nos critérios avaliativos do DFH⁽¹²⁰⁾ e HTP.⁽²⁹⁾ Naturalmente, como a forma de desenhar e o tempo do jogo adaptado ao fNIRS, nos concentramos, para critérios qualitativos, nas características gerais do desenho como uso adequado de detalhes, proporções e tamanho das figuras, qualidade de linha, pressão ao desenhar, e tipo de traçado.

Foram desenvolvidos os seguintes critérios quantitativos:

a) Quantidade de traços: número de traços de desenho feitos por cada participante em cada seção de desenho facial;

b) Continuidade das linhas: esta categoria levou em consideração o comprimento dos traços classificados como “linhas longas” e “linhas curtas”;

Faz-se importante ressaltar que neste protocolo o desenho observacional foi considerado como resultado de uma observação direta de um objeto ou cena real escolhida. As definições de traçado referem-se normalmente a uma cópia ou transferência de algo já desenhado. Aqui o traçado foi associado com imagens memorizadas que o indivíduo tornou estável e carrega como referências de desenho em seu sistema simbólico.^(18,20,73,74,121)

O comprimento dos traçados, por sua vez, durante o desenho depende do estilo de desenho pessoal.⁽¹⁸⁾ Alguns estudos recentes encontraram uma correlação entre o comprimento da linha e as tarefas de traçado ou desenho. As linhas das tarefas de traçado tendem a ser mais longas do que as linhas das tarefas de desenho.⁽⁹⁵⁾

c) Padrões de desenho: relacionados a padrões de desenho individuais.⁽¹⁸⁾ Padrões de desenho individuais são pessoais e estão relacionados a imagens memorizadas estáveis e ao sistema simbólico individual;⁽¹⁸⁾

Este protocolo considera uma classificação binária para padrão de desenho: 0 - quando o participante está em modo de desenho observacional (ou seja, quando o participante observa seu objeto de desenho e copia o que vê, assim as figuras desenhadas ao longo do experimento não apresentam padrões repetidos de desenho, como olhos, boca, nariz, etc.); 1 - Quando o desenho reflete imagens memorizadas estáveis internas (quando há padrão de repetição de formas como olhos, boca, cabelos ao longo das condições de desenho).



Figura 12. Exemplos de desenhos com repetição de imagens memorizadas estáveis

d) Desenho observacional. O objetivo era compreender quantos detalhes cada participante observaria ao desenhar seu parceiro, o que pode ser indicativo de maior atenção ao objeto de desenho. Portanto, o protocolo prevê uma contagem de detalhes desenhados de 0 a 9 (por exemplo: rugas, manchas, forma dos olhos, tamanho das sobrancelhas, entre outras).

4 RESULTADOS

4.1 Factibilidade de execução do protocolo

O protocolo experimental foi aplicado em 4 quartetos, entre dezembro de 2019 e março de 2020. Destes, dois foram descartados 2 por falhas técnicas na gravação do vídeo durante o procedimento. A câmara 360° apresentou problema no cartão de memória e não gravou o experimento do quarteto de número 2. Para o quarteto de número 3 a câmara acusou memória cheia e parou de gravar na condição social de desenho 5. Os dados das condições C6 e C7 foram perdidos e o resto do experimento (condições C8 e C9) foi gravado pelas câmeras dos celulares de suporte. O quarteto de número 1 foi excluído por não passar no controle de qualidade dos sinais de fNIRS.

4.2 Dados demográficos, respostas comportamentais, de movimentos oculares e de desenho, obtidas com o protocolo

4.2.1 Dados demográficos e escalas aplicadas

As características demográficas e resultados das escalas aplicadas encontram-se descritos na tabela 5. Os dados demográficos do quarteto 4 se assemelham muito às medidas médias do total de indivíduos que foram recrutados, mas que foram descartados por problemas técnicos.

Tabela 5. Caracterização demográfica e resultados das escalas utilizadas

Caracterização demográfica e resultados das escalas dos grupos		
Variáveis	Q4	Amostra total
Idade (em anos)	25,5 (24-27)	24,87 (10-30)
Escolaridade (em anos)	17,75 (17-18)	16,69 (14-20)
Sexo	4F/0M	16F/0M
EHAD-A	11,75 (7-17)	10,87 (7-19)
EHAD-D	6,75 (2-9)	6,75 (1-12)
ASR18-A	0,75 (0-1)	1,63 (0-8)
ASR18-B	2,25 (1-3)	2,625 (0-7)

continua...

...continuação

IHS ET	67,88 (25-95,5)	52,41 (0-96)
IHS-F1	2,39 (1,82-2,82)	1,905 (0,18-3,09)
IHS-F2	3,07 (2,57-3,71)	2,865 (1-3,71)
IHS-F3	2,71 (2,14-3,43)	2,53 (1,29-2,86)
IHS-F4	2,94 (2-4)	2,55 (0,5-4)
IHS-F5	2,16 (1,33-2,67)	2,40 (0,33-3,67)

Os valores representam as médias. Valores entre parênteses são as mínimas e máximas apresentadas no grupo. EHAD: Escala Hospitalar de Ansiedade e Depressão, onde A representa Ansiedade e D depressão; ASR18: *Adult Self-Report Scale* para avaliação do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH) em adultos, sendo A para Atenção e B para hiperatividade; IHS: Inventário de Habilidades Sociais de Del Prette, onde ET: repertório de habilidades, e os escores fatorais: (F1) enfrentamento e autoafirmação com risco; (F2) autoafirmação na expressão do sentimento positivo; (F3) conversação e desenvoltura social (F4), autoexposição a desconhecidos e situações novas; (F5) autocontrole e agressividade.

4.2.2 Resultados comportamentais oriundos da tarefa experimental

4.2.2.1 Comportamento de olhares

O comportamento de olhares do Quarteto 4 encontra-se descrito na tabela 6. Uma quantidade maior de olhares nas posições de desenho onde os parceiros encontravam-se à frente foram observadas. Em C3, C6 e C9 (posição onde o parceiro a ser desenhado encontrava-se ao lado do participante) a quantidade de olhares foi menor.

Com relação ao desenho, apenas a participante Q4S3 reportou ter experiência prévia de desenho (curso com duração de seis anos). As participantes Q4S1, Q4S2 e Q4S4 apresentaram produções semelhantes em termos de quantidade e continuidade de traços. Q3S3 apresentou um modo de desenhar de traços curtos e não contínuos e uma maior quantidade de traços totais. As quatro participantes aparentemente mantiveram um padrão constante de figuras em seus desenhos (desenho padrão), apesar de Q4S3 e Q4S4 terem reproduzido uma quantidade maior de detalhes observados.

4.2.2.3 Respostas comportamentais de desenho

As observações efetuadas a partir das métricas de desenho de cada participante encontram-se descritas abaixo.

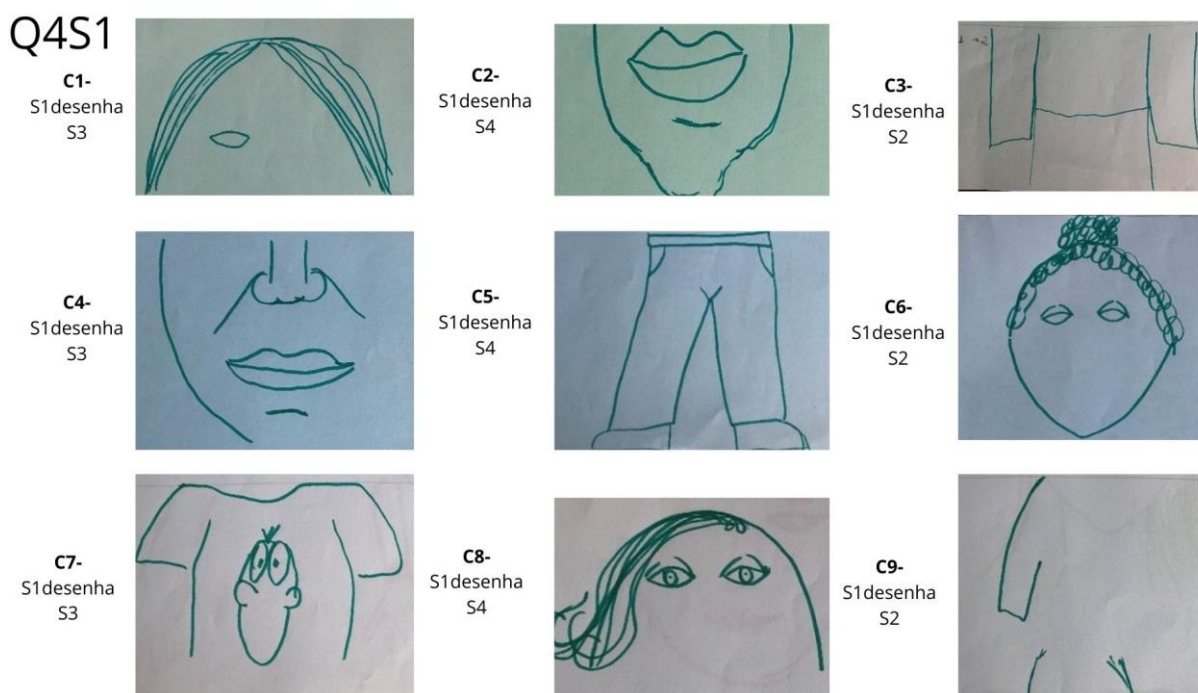


Figura 13. Desenhos efetuados pela participante de número 1 do quarteto 4 - Q4 S1

A participante Q4S1 não tinha experiência prévia em desenho. Parou de desenhar aos 13 anos. Nas condições C3 e C9 (desenhar o colega ao lado) o desenho apresentou linhas mais simples, inexistem detalhes. Somente linhas de contorno. Houve a limitação de movimento oriunda da posição. Nas duas posições observou-se uma quantidade de olhares inferior em relação às demais. Em C6 esta

questão também se observou. O desenho aparentou ser mais elaborado, mas percebe-se uma repetição de padrão de feição de figura humana nos 3 desenhos de face, o que indicaria apenas uma possível repetição de desenho já adquirida. No geral, usou bem o espaço disponível para o desenho, as formas e figuras observam as proporções das demais formas desenhadas pelos parceiros. Observou-se no geral um aumento de complexidade do desenho progressiva na linha do tempo (aumento de detalhes e firmeza de traço em C4, C5, C7 e C8). Observou-se também que a participante retratou roupas e partes inferiores do corpo que não faziam parte das regras do jogo apresentadas.

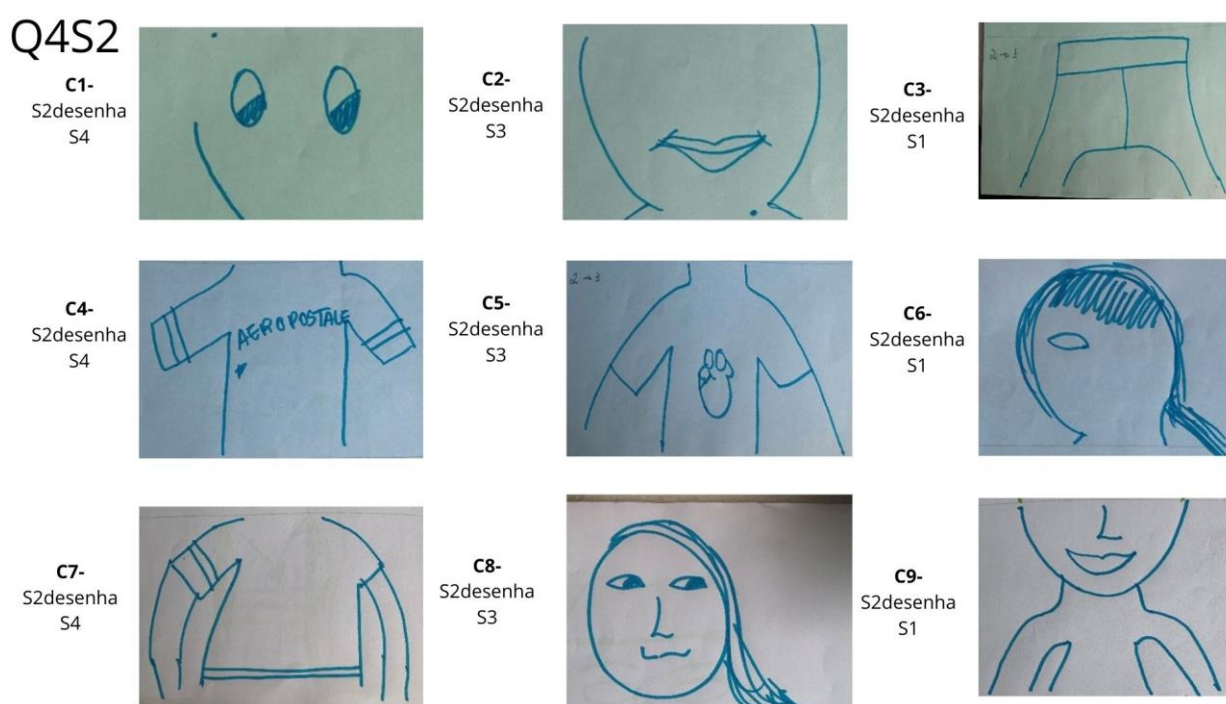


Figura 14. Desenhos efetuados pela participante de número 2 do quarteto 4 - Q4S2

A participante Q4S2 não tinha experiência prévia em desenho e não era praticante à época da coleta. Nas condições C3, C6 e C9 (desenhar o colega ao lado) o desenho apresentou menos detalhes, mais linhas de contorno. Houve a limitação de movimento oriunda da posição. Nas posições C6 e C9 observou-se uma quantidade de olhares inferior em relação às demais. Percebeu-se uma repetição de padrão de feição de figura humana e vestuário nos desenhos, o que indicaria apenas uma possível repetição de desenho já adquirida. No geral usou bem o espaço disponível para o desenho, as formas e figuras observam as proporções das demais formas desenhadas pelos parceiros. Observou-se no geral um aumento de

complexidade do desenho progressiva na linha do tempo (aumento de detalhes e firmeza de traço em C4, C5, C7, C8 e C9). O aumento de complexidade dos desenhos do Bloco 1 (C1 à C3) para o Bloco 2 (C4 à C6) parece acompanhado pelo aumento do número de olhadas. E a perda de detalhes importantes do Bloco 3 (C7, C8 e C9) em relação ao 2 (C4, C5 e C6) também parece acompanhar a queda no número de olhadas. Observou-se também que a participante retratou roupas e partes inferiores do corpo que não faziam parte das regras do jogo apresentadas.

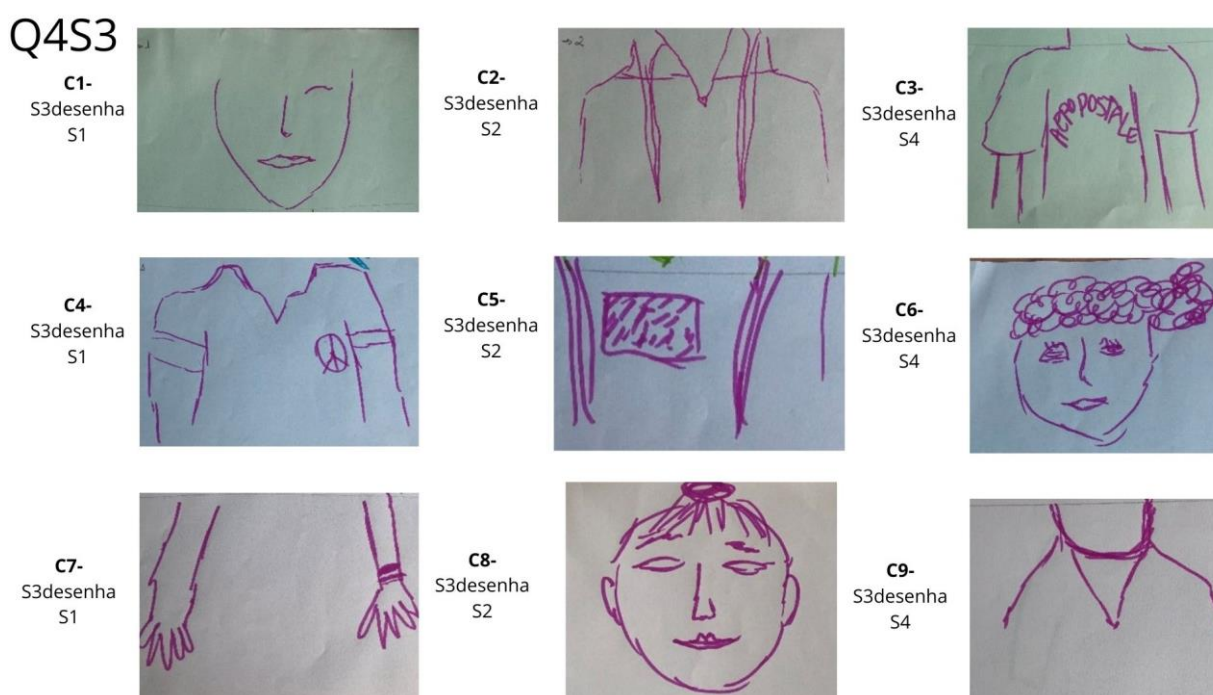


Figura 15. Desenhos efetuados pela participante de número 3 do quarteto 4 - Q4S3

A participante Q4S3 fez seis anos de aulas de desenho, não era mais praticante na data da coleta, parou aos 14 anos. Percebeu-se em seu desenho uma maior elaboração de forma e quantidade de detalhes. Nas condições C3, C6 e C9 (desenhar o colega ao lado) o desenho apresentou a mesma riqueza de detalhes dos demais, mesmo com a limitação de movimento oriunda da posição. Nas posições C3, C6 e C9 observou-se uma quantidade de olhares inferior em relação às demais, apesar de o desenho manter a mesma qualidade dos demais. Apesar de os desenhos aparentarem mais elaborados que os dos demais participantes, percebeu-se uma repetição de padrão de feição de figura humana e vestuário, o que poderia indicar apenas uma repetição de padrões de desenhos já adquiridas. Não se observou um aumento de complexidade do desenho progressiva na linha do tempo (aumento de detalhes e firmeza de traço) como foi observado nos demais participantes. Os traços

também são mais finos e curtos. Esta foi a participante que ficou mais tempo olhando os objetos de desenho. Em termos brutos 49,231 segundos, cerca de 17% a mais que as participantes S1 e S2 e dezesseis vezes mais do que a participante S4. A participante S3 não pareceu apresentar um padrão de tempo de olhares, mas de todas as participantes foi a que mais sustentou olhares mais longos (1s em C2; 1,6s em C3; 2,8s e 1,4s em C5; 1,2 e 1,1s em C7; 1s em C8 e 2 e 1,5s em C9). Observou-se também que a participante retratou roupas e partes inferiores do corpo que não faziam parte das regras do jogo apresentadas.

Q4S4

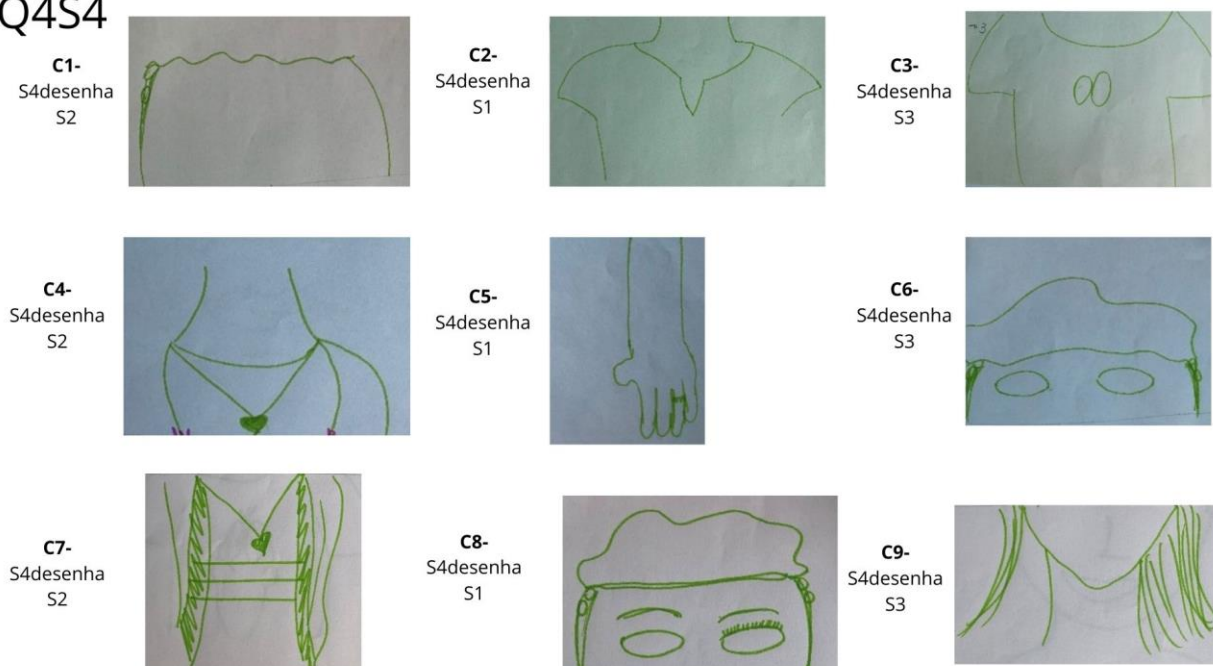


Figura 16. Desenhos efetuados pela participante de número 4 do quarteto 4 - Q4S3

A participante Q4S4 desenhou até os 21 anos, não fez curso e não era praticante na data da coleta. Nas condições C3, C6 e C9 (desenhar o colega ao lado) o desenho apresentou as mesmas características em termos de detalhamento que as demais, apesar da existência de limitação de movimento oriunda da posição. Percebeu-se uma repetição de padrão de feição de figura humana e vestuário nos desenhos, o que poderia indicar apenas uma repetição de desenho já adquirida. Apesar da riqueza de detalhes no vestuário a participante desenhou somente o contorno dos olhos ou não os desenhou nas condições C1, C6 e C8. Observou-se no geral um aumento de complexidade do desenho progressiva na linha do tempo (aumento de detalhes e firmeza de traço em C4 à C9). Observou-se também que a

participante retratou roupas e partes inferiores do corpo que não faziam parte das regras do jogo apresentadas. As olhadas foram curtas, rápidas, todas na casa dos 0,033 segundos. Durante a condição social de desenho o total de tempo que olhou para seus objetos de desenho totalizou 2,97s ou 0,825% do tempo total do bloco.

Ao final do experimento as participantes efetuaram as seguintes considerações:

- Q4S1: – “Foi legal, me senti bem. No começo foi difícil olhar para elas. Deu vergonha. Mas aí eu ri porque vi que estava todo mundo desenhando engraçado. No final eu estava me divertindo.” (sic);

- Q4S2: – “Difícil olhar para elas sem rir no começo. Dá vergonha quando a gente não conhece. Mas as meninas são tranquilas e foi tudo legal. O fio atrapalhou um pouquinho pra olhar do lado, mas a touca não doeu nada. Adorei. Achei os resultados muito legais.” (sic);

- Q4S3 – “Eu fiz aula de desenho, mas olhando parece que não fiz (risos). A touca foi de boa, não atrapalhou. Consegui olhar bem todo mundo. Gostei de desenhar depois de tanto tempo. Foi *okay* ficar em grupo, acho que ficamos bem juntas. Dá pra repetir.” (sic);

- Q4S4 – “Foi legal, prestei muita atenção aos detalhes. Tive mais dificuldade com o rosto, mas foi legal. Não consegui olhar muito do lado também. Ficava um pouco perto. Mas as meninas foram fofas. Gostei muito de fazer.” (sic).

4.2.2.4 Respostas comportamentais – intersecção do resultado de escalas e métricas comportamentais

Não encontramos correlações entre inventário de habilidades sociais, comportamento de olhares ou métricas de desenho (Tabelas 5, 6 e 7).

4.3 Resultados fNIRS

A figura 16 mostra o padrão de ativação cerebral para os canais situados à esquerda e à direita da cabeça de cada participante para a condição social

do paradigma (desenho colaborativo) e para a condição não social (desenho de ligar os pontos).

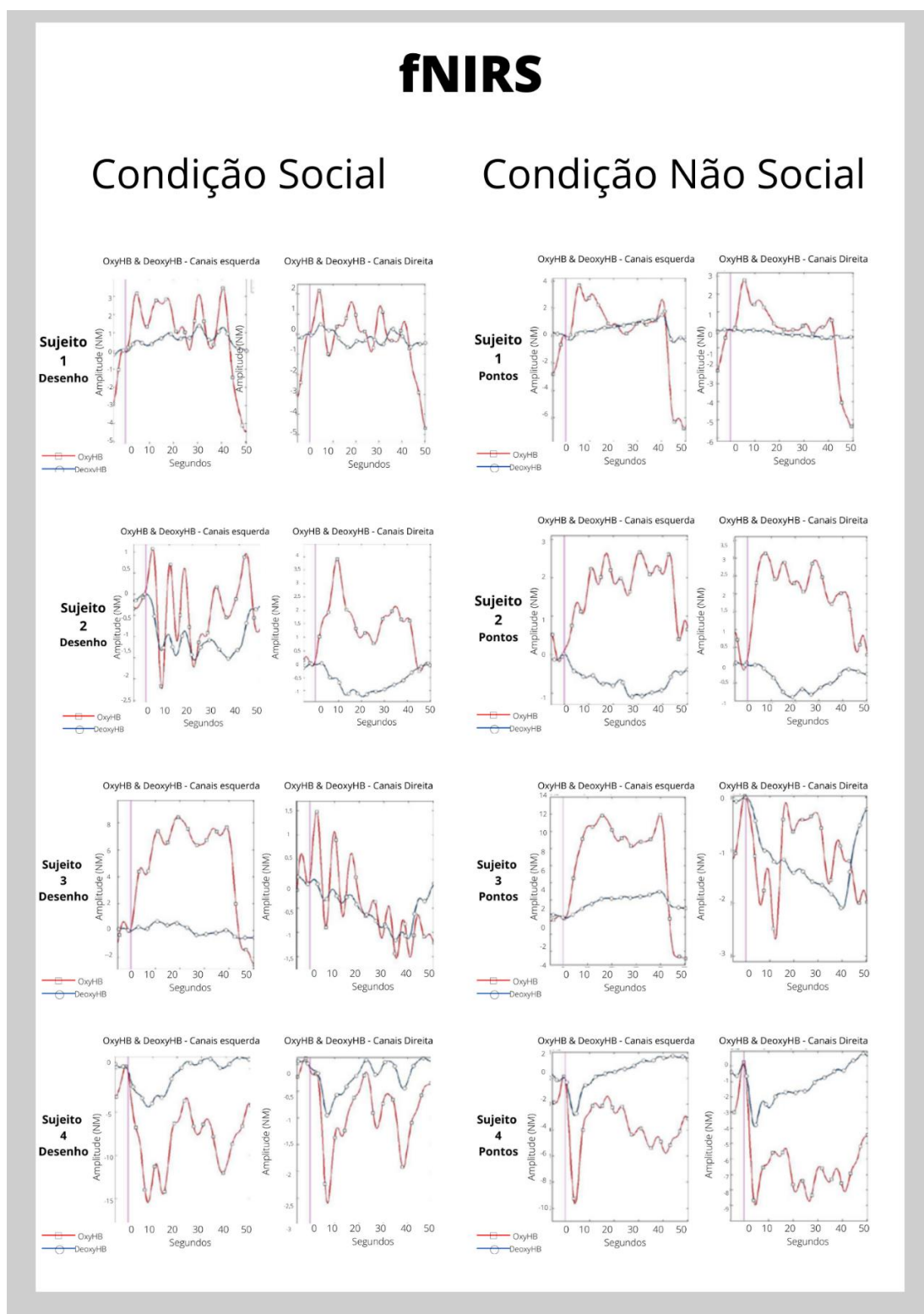


Figura 17. Padrão de ativação cerebral para cada participante durante as condições social e não social de desenho

É possível notar que houve ativação cerebral típica para os participantes 1, 2 e 3 em ambas as condições, social e não social de desenho em ambas as lateralidades, entretanto, os padrões de ativação se mostraram distintos. Já o participante 4 apresentou uma ativação cerebral atípica.

O sinal da oxihemoglobina (Figura 17) foi significativamente sincronizado entre os sujeitos apenas durante a última parte da tarefa, tanto na condição de ligar os pontos (Figura 18: correlação mediana de 0,14; t valor=1,77 e valor- p =0,046) como na condição de desenho colaborativo (correlação mediana de 0,12; t -valor=2,39 e valor- p =0,028).

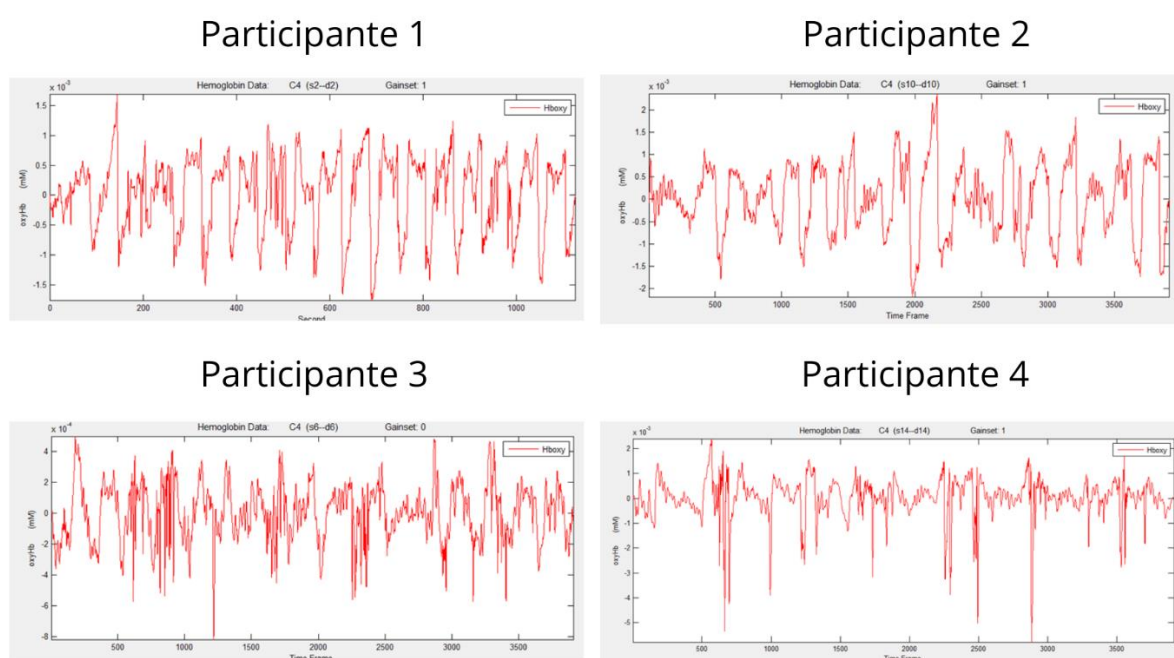
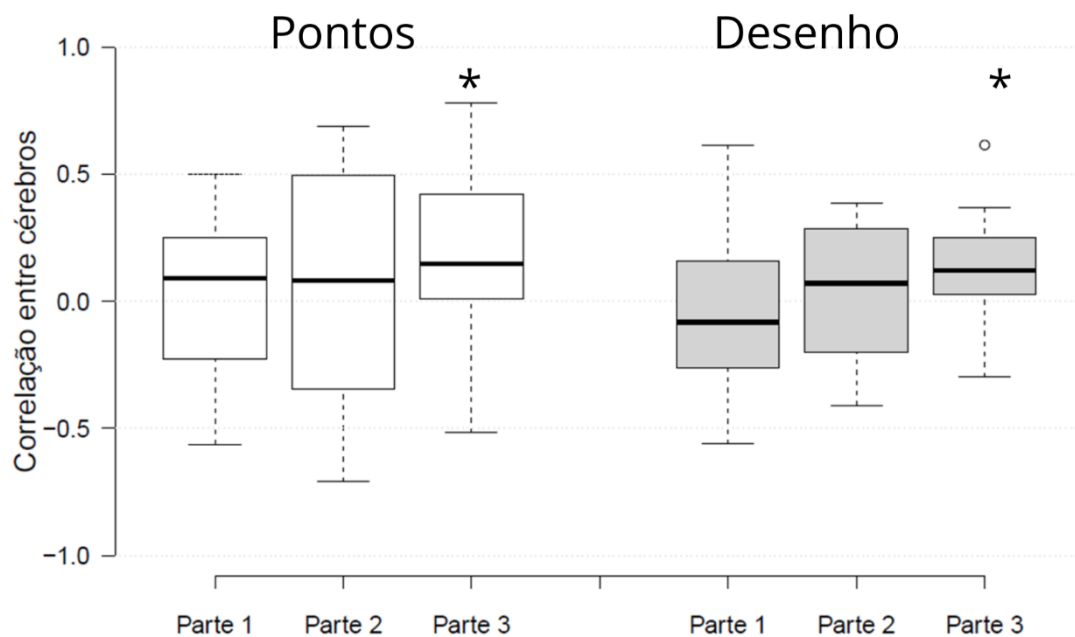


Figura 18. Exemplo (um canal, hemisfério esquerdo) das modificações na concentração de oxy-hemoglobina observadas ao longo do experimento em cada um dos participantes



A linha horizontal próxima ao meio de cada caixa indica a mediana, enquanto as bordas superior e inferior da caixa marcam os percentis 25 e 75, respectivamente. * indica uma diferença estatística significativa em relação ao zero.

Figura 19. *Boxplot* das correlações cerebrais (oxy-hemoglobina) entre sujeitos ao longo do experimento

5 DISCUSSÃO

5.1 Factibilidade do protocolo experimental

O objetivo principal deste estudo foi desenvolver um protocolo experimental naturalístico para avaliação de respostas cerebrais e comportamentais durante a interação interpessoal em grupos utilizando uma dinâmica de desenho colaborativo. Quanto à viabilidade de execução do protocolo, no que tange, não só aos procedimentos, mas também à coleta de dados, experimentamos algumas dificuldades aqui discutidas.

Foram experienciadas algumas dificuldades para o recrutamento dos voluntários, visto que um dos critérios de inclusão previa que os participantes do quarteto fossem desconhecidos entre si e o local de seleção dos mesmos foi relativamente restrito (i.e., alunos e funcionários do Hospital Israelita Albert Einstein). Por outro lado, não foi observada resistência dos participantes em se submeter ao procedimento de coleta de dados com fNIRS. Esta pode ser considerada uma vantagem deste método em comparação à RMf, para a qual existem diversas contraindicações e alguns possíveis efeitos indesejáveis que acabam por inibir a participação dos voluntários na pesquisa.⁽¹²²⁾ Esta boa adesão ao experimento com fNIRS está de acordo com estudos anteriores que utilizaram amostras de pacientes e que demonstraram um bom nível de satisfação dos mesmos durante o protocolo com medidas não-invasivas como fNIRS e EEG.^(123,124)

A Escolha deste critério de inclusão é importante e visou evitar possíveis diferenças comportamentais por afinidade entre conhecidos e desconhecidos em um mesmo quarteto. Futuros estudos utilizando este protocolo que comparassem resultados entre quartetos de conhecidos e quartetos de desconhecidos seriam desejáveis.

Em relação à realização da tarefa, foram observadas dificuldades técnicas na obtenção dos sinais do fNIRS em apenas 1 dos 4 quartetos coletados. Dados os desafios de implementação do protocolo, este número pode ser considerado satisfatório, uma vez que estudos prévios descrevem uma taxa de eliminação de participantes que não passaram no controle de qualidade do sinal em torno de 20%.^(125,126)

Foram ainda observadas dificuldades técnicas oriundas da gravação do experimento, o que nos fez descartar a coleta de dois quartetos. A perda dos dados da câmera nos fez rever o protocolo e inserir o uso de câmeras auxiliares. O protocolo sugere o uso de uma câmera ao centro da mesa (360°) e duas câmeras auxiliares nas laterais cruzadas da mesa evitando assim possíveis falhas técnicas oriundas de gravação.

5.2 Dados demográficos e escalas aplicadas

Pensando em nosso objetivo principal, para o desenvolvimento de um protocolo experimental para estudo de interações interpessoais, é importante que se determine um inventário de escalas e questionários que assegurem a funcionalidade dos voluntários. Esta é a razão pela qual sugerimos a utilização das escalas determinadas em 3.1.3.3 para o protocolo experimental.

Ocorre que os voluntários, tanto dos pilotos quanto das coletas por nós efetuadas para a elaboração do protocolo, foram recrutados em ambiente hospitalar (funcionários e alunos do Hospital Israelita Albert Einstein), ambiente este complexo que os expõe a estresse ocupacional que podem levar a ansiedade e depressão.⁽¹²⁷⁾

Os resultados obtidos em 4.2 estão em consonância com estudos prévios realizados com funcionários e médicos que trabalham em hospitais.⁽¹²⁷⁻¹²⁹⁾ Ainda que os resultados das escalas apresentem valores alterados, isto não implica na perda da funcionalidade laboral.^(128,129)

Não encontramos associações entre os escores das escalas individuais e o comportamento de olhares, a produção do desenho ou suas métricas tanto na condição social quanto na condição não social. O entrecruzamento destes dados em uma amostra mais robusta deve ser considerado em futuros estudos utilizando este protocolo, especialmente considerando-se os resultados obtidos na validação dos testes DFH e HTP.^(27-30,84,93,130)

5.3 Medidas comportamentais

Apesar de *eyetracking* constituir um método robusto de aferir o comportamento de olhares, existem desafios em utilizar dois métodos tão diferentes como rastreamento ocular e fNIRS. Em primeiro lugar, combinar os sinais de ambos os métodos sem gerar artefatos a um ou outro requer *expertise* em ambos os métodos; o segundo questionamento refere-se às distintas necessidades de *setup*, o que pode gerar limitações e artefatos inviabilizando a condição naturalística do experimento.^(82,85)

Além disto, a observação por vídeo permitiu a codificação de comportamentos de comunicação não verbal importantes para a interação interpessoal, tais como olhar compartilhado ou síncrono, movimentos de cabeça e mãos e expressões faciais.⁽¹³¹⁾ O pequeno número de sequências de eventos não nos permitiu, no entanto, a análise sequencial e a validação estatística.⁽¹¹⁹⁾ No entanto, segmentar e codificar os comportamentos na linha do tempo ajudou a refinar a informação observacional ressaltando padrões individuais e de grupo.⁽¹³⁾

É preciso ressaltar que as medidas quantitativas de olhares por si só, não permitem o entendimento da qualidade deste olhar. O fato de olhar para o parceiro de desenho não reflete a atenção dada a ele.⁽⁸⁰⁾ O olhar pode representar apenas um comportamento automático de repetição, ou o pensamento em um modo cognitivo de comparação e estruturação.^(18,19) A análise qualitativa do vídeo permitiu a observação do comportamento de olhares em busca de sinais que pudessem indicar as funções de codificação (reunir informação do outro) e sinalização (comunicar com o outro).^(43,122)

Outra preocupação que tivemos foi com relação à proximidade dos participantes e as medidas de olhar. Isto porque diferentes padrões de comportamento de olhar podem ser produzidos em contextos sociais de proximidade forçada (como, por exemplo, situações de elevador).⁽⁸⁹⁾ Mas observamos que olhares síncronos, expressões faciais e sorrisos surgiram ao longo da coleta dos quatro quartetos e, possivelmente, indicam um sentimento de engajamento. Isto se alinha com resultados de experimentos onde estímulos “de baixo para cima” como o olhar para a face do outro, provocaram a criação de representações compartilhadas entre os participantes.⁽⁴⁾ Esta comunicação não verbal pode ser fruto do alinhamento conceitual que ocorre ao longo da interação.⁽⁴⁾

Da metade para o final do experimento os resultados apresentam uma significativa diminuição dos olhares, tanto síncronos quanto assíncronos, para a condição social. Uma das hipóteses para este comportamento pode estar no próprio processo de percepção visual e formação de representações simbólicas inerentes ao reconhecimento do outro.^(75,80) Esta hipótese se alinha com a teoria relativa ao desenho de observação de face a face⁽¹⁹⁾ e a resultados de estudos que associam o tempo de observação maior ao objeto à dificuldade de decisão quanto ao que e como desenhar.⁽⁷⁴⁾ Outra hipótese possível é associada à aquisição de memória visual dos objetos desenhados ao longo da tarefa experimental.^(18,78)

Nos resultados podemos observar ainda que as medidas de comportamento de olhar mostraram uma tendência de diminuição de quantidade associada à posição do parceiro de desenho. Nas posições de desenho frontais a quantidade de olhares assíncronos e síncronos foi maior que as apresentadas nas condições em que o parceiro se encontrava ao lado. Esta condição encontra-se em consonância com estudos que sugerem que a localização do estímulo afeta a percepção visual.⁽¹³²⁾ O alinhamento entre foco atencional e comportamento de sacada parece conferir uma certa condição “automática” ao foco atencional com relação à proximidade e/ou que a restrição de movimento funcione como um distrator.⁽¹³³⁾ Além disto, estudos recentes mostram que a perspectiva de interação pode alterar os padrões de olhar. Quando os participantes estão engajados em uma tarefa, a atenção social sobre os outros diminui, isto sugere que as pessoas em ambientes sociais complexos se olham menos, a coleta de informações não necessariamente utiliza o olhar direto.⁽²⁵⁾

A utilização de desenho por si só é um desafio, dado que a maioria das pessoas para de desenhar na fase realista, após os 11 ou 12 anos. Nesta fase é muito comum que a percepção do desenho, por não conseguir expressar a realidade, gere frustração ou o desconforto do autojulgamento e, conseqüentemente, resistência ao ato de desenhar.⁽¹⁸⁾ O desenho de face, visto por este ângulo ainda poderia ser mais um fator de desconforto. Apesar disto, a condição de desenho colaborativo efetuado em sessões de 40 segundos mostrou-se efetiva para este protocolo. Ao serem questionados sobre a experiência, todos os grupos responderam positivamente, riram e comentaram sobre os retratos compartilhados. A forma estruturada para a tarefa experimental parece ter atenuado o peso da produção individual e facilitado a interação entre os participantes, como em Hass-Cohen et al.⁽¹⁹⁾

Observamos no quarteto 4 diferenças de traço, desenho e comportamento de olhar entre os participantes que tinham e não tinham experiência prévia de desenho. A participante 3 apresentou bem menos repetição de padrão de desenho que suas demais parceiras e uma quantidade maior de detalhes. A quantidade de traços foi também 80% maior em relação à média de quantidade de traços do quarteto, esta tendência foi acompanhada pela quantidade de pontos seguidos no jogo de trilhas (23% maior) e pela quantidade de olhares (23%). A prática de desenho envolve deslocamentos constantes de olhar entre a figura e o papel e a utilização da memória visual.⁽⁷²⁾ Estudos anteriores sugerem que os praticantes de desenho apresentam mais facilidade na codificação para formas visuais do que não praticantes.⁽¹³⁴⁾ Ainda nesta linha de raciocínio, os resultados dos estudos de Miall et al.⁽⁷⁴⁾ também sugerem que pessoas com treino em desenho modulam sua percepção à experiência da observação, enquanto o conhecimento prévio (e.g. as imagens mentais estáveis) parece dirigir a percepção dos não praticantes. Estes aspectos merecem ser melhor estudados, especialmente no que tange a redes neurais subjacentes e diferenças no processo atencional e de comportamento de olhar.⁽²⁵⁾

Outra dificuldade que observamos com o protocolo foi o fato de a maioria dos participantes (em todos os quartetos) terem representado corpo e roupa, áreas que não estavam previstas nas regras do jogo, apesar de a explicação ter sido criteriosa, inclusive com exposição de exemplos previamente desenhados. Ao serem demandadas, algumas das participantes verbalizaram que tiveram dificuldade em retratar os tamanhos das formas e em continuar o desenho de onde a parceira anterior havia parado devido às proporções. Esta verbalização vem de encontro aos resultados de estudos que sugerem que a percepção visual reduz o impacto da perspectiva causando distorções perceptivas.⁽⁷⁴⁾ Outros estudos em desenho focados na relação percepção visual e comando motor também sugerem distorções devido a múltiplos fatores que intervêm no processo olhar/mão.^(20,73) O estudo de Gowen,⁽⁷³⁾ por exemplo utilizou como paradigma duas tarefas de desenho com especialistas, uma de cópia e outra de desenho de memória. O comportamento de olhar foi medido pela técnica de *eyetracking*. Perceberam diferenças na sincronização entre olhos e mão entre as duas condições e seus resultados sugeriram a utilização de diferentes estratégias neurais. Copiar parece depender de comparações, *feedback* visual e acompanhamento mais próximo da ponta da caneta.

Ainda assim cabe aqui a ressalva da revisão do *script* do protocolo na tentativa de deixar esta regra mais explicitamente determinada e evitar um possível viés. Uma sugestão possível envolveria um treinamento dos participantes antes do experimento.

Para todas as participantes do quarteto houve um aumento da complexidade do desenho ao longo do experimento, especialmente entre as folhas 1 (condições de desenho social 1 a 3) e 2 (condições de desenho social 4 a 6). Esta tendência também foi percebida nas produções dos demais quartetos e pode ser indicativa do próprio processo do desenho de observação, ou seja, de prestar atenção ao parceiro.^(18,19,71)

5.4 Medidas de fNIRS

São muitos os desafios oriundos de realizar *hyperscanning* em um grupo de quatro pessoas com fNIRS. O primeiro desafio foi a adequação da área cerebral alvo com a limitação do número de optodos e a dificuldade de se lidar com a calibração de captação de sinal do fNIRS. Inicialmente este protocolo previa a investigação de duas áreas cerebrais, a TPJ e a CPMF. A captação de sinais da TPJ foi descartada pela dificuldade não controlável da densidade e cor dos cabelos dos participantes *versus* a quantidade de toucas a serem administradas ao mesmo tempo e a preocupação com o conforto e o tempo disponibilizado pelos participantes. Outro ponto importante foi a condição ecológica e naturalística do experimento. Foi preciso adequar o equipamento e o cenário do experimento de maneira a evitar artefatos. Existiu um cuidado tanto pelo comprimento dos fios entre as toucas e os dois NIRSport (cada equipamento foi compartilhado entre dois participantes), quanto pela necessidade de estabilização dos fios para evitar artefatos de movimento. Esta condição foi muito estudada para não trazer constrição de movimento aos participantes. A sala escolhida para a coleta também foi alterada entre pilotos e coletas. O cenário deveria comportar a montagem do *setting*, sem limitar o movimento dos pesquisadores e dos participantes, mantendo ainda neutralidade, sem a presença de distratores e artefatos elétricos.

Neste estudo nós procuramos demonstrar a viabilidade de um protocolo experimental em grupo utilizando fNIRS para registrar as múltiplas atividades

cerebrais individuais e suas correlações durante atividades de desenho. Consideramos assim as atividades cerebrais individuais bem como as suas correlações entre si.

Em nossas constatações no que tange à atividade cerebral individual (Figura 17), os resultados sugerem que os cérebros dos participantes 1 e 2 oscilaram na frequência da tarefa, como esperado. Já o padrão dos sinais cerebrais dos participantes 3 e 4 foi atípico, que supõem-se ser oriundo de possíveis interferências ou artefatos, que teriam contaminado a leitura dos sinais neurais.

No que tange à correlação possível entre sinais cerebrais dos participantes do grupo, algumas considerações se fazem necessárias. Pouco se sabe sobre as estratégias pessoais utilizadas para reconhecimento do outro, tampouco se conhece como o comportamento de olhar suporta o comportamento de interação interpessoal em situações naturalísticas.⁽⁸⁰⁾ Não se sabe também se o comportamento de olhar está de fato associado ao processo de atenção⁽¹⁸⁾ e engajamento entre parceiros⁽⁹⁰⁾ nas mesmas condições. Relacionar todas estas questões, ainda mais quando se trata de um paradigma realizado em grupo, constitui um desafio para a neurociência social.

Este protocolo foi idealizado para estudar sincronicidade de atividade cerebral entre quatro desconhecidos realizando uma tarefa de desenho que provoca a busca visual da face dos parceiros entre si e comportamentos de sacada. Imaginamos que as condições sociais (desenho colaborativo) e não sociais (ligar os pontos) resultariam em sincronicidades de sinais cerebrais distintas e em diferentes momentos na linha do tempo. Na condição não social, a sincronicidade seria oriunda do engajamento ao correspondente cognitivo da tarefa comum a todos os participantes.⁽⁸⁾ Ainda que não interagissem diretamente, a sincronicidade de sinais ocorreria mais precocemente na linha do tempo do experimento.^(8,10-12) Já na condição social, esperávamos que a sincronicidade ocorresse mais tardiamente, fruto de uma possível interação social entre diferentes indivíduos desconhecidos entre si e com diferentes estratégias pessoais.^(13,14,16,80)

Nossas constatações mostraram diferenças no primeiro terço da tarefa experimental para ambas as condições, na condição social durante o primeiro terço da tarefa não aferimos INS entre o grupo, somente do meio para o final de forma ascendente. A correlação de sinais ou sincronicidade de sinais cerebrais ocorreu mais fortemente na última parte do experimento para ambas as condições, social e não social de desenho (Figura 18).

Embora muitos fatores possam contribuir para este desempenho, uma possível interpretação destes resultados preliminares leva em conta o tempo que os participantes precisaram para se familiarizar entre si e com as tarefas e enfim criar uma sensação de grupo. Resultados de estudos anteriores sugerem que a coerência cerebral varia conforme o cenário.⁽⁹⁹⁾ Desenhar em si, pode gerar reatividade e ansiedade pelo autojulgamento ou pela sensação de estar sendo avaliado.⁽¹⁸⁾ Estudos anteriores associaram a avaliação negativa à variação de INS em grupo.⁽¹⁷⁾ Não sabemos ainda o impacto que tem a proximidade entre os participantes neste contexto.⁽⁸⁹⁾

Alternativamente, a familiaridade adquirida individualmente com as tarefas e com o grupo, ainda que tardiamente, pode ter gerado um correspondente cognitivo de engajamento, como um “automático” que foi além das diferenças das duas tarefas propostas.⁽⁹⁶⁾ As tarefas parecem ter trabalhado em bloco, assim pensando, eventualmente um período de descanso maior tivesse trazido respostas cerebrais diferentes pela garantia da diminuição dos sinais cerebrais captados pelo fNIRS entre as condições.

Outro resultado que nos chamou atenção foi a relação inversa entre a quantidade de olhares síncronos e assíncronos (que diminuiu ao longo da tarefa experimental) versus a atividade cerebral individual (que aumentou ao longo da tarefa experimental). Uma possível interpretação para este resultado pode residir na alta demanda cognitiva da tarefa experimental,⁽⁷⁴⁾ mas não podemos deixar de considerar os processos neurobiológicos envolvidos na criação de laços empáticos humanos.⁽¹⁾

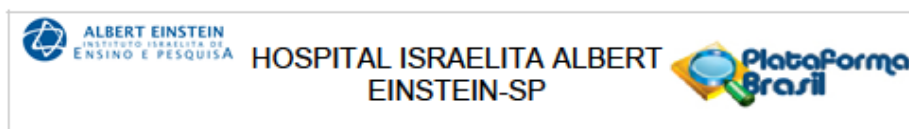
Todas estas diferentes variáveis merecem um aprofundamento de estudo e a utilização deste protocolo pode fornecer pistas importantes para o melhor entendimento de relações sociais em grupo em um contexto naturalístico.

6 CONCLUSÕES

1. O protocolo proposto serve como prova de conceito da adaptação da tarefa de desenho colaborativo para um cenário experimental com gravação de sinais de fNIRS em quartetos de participantes;
2. A execução do protocolo é parcialmente viável devido a fatores como a alta complexidade técnica em aferir simultaneamente múltiplas medidas de desfecho (comportamento de desenho, gravação de vídeo e sinais de fNIRS) e a alta demanda cognitiva da tarefa experimental como um todo;
3. É possível descrever as respostas comportamentais, de movimentos oculares e de desenho obtidas com o protocolo;
4. É possível descrever as respostas cerebrais vasculares do fNIRS obtidas com o protocolo.

7 ANEXOS

Anexo 1. Parecer Consubstanciado do CEP – referente ao Projeto



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação de respostas cerebrais durante a interação interpessoal em grupos

Pesquisador: Joana Bisol Balardin

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 09528419.3.0000.0071

Instituição Proponente: SOCIEDADE BENEF ISRAELITABRAS HOSPITAL ALBERT EINSTEIN

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.242.952

Apresentação do Projeto:

Recentemente, o uso convencional de técnicas de neuroimagem para o mapeamento da função e da conectividade de regiões cerebrais em indivíduos isolados foi expandido para o estudo da dinâmica entre indivíduos interagindo simultaneamente. A chamada técnica de hyperscanning, pela qual é possível estudar o fenômeno de sincronia cerebral interpessoal tem sido utilizada com diferentes modalidades de imagem, como ressonância magnética funcional (Rmf), eletroencefalograma (EEG) e espectroscopia funcional por infra-vermelho próximo (fNIR) (Babiloni and Astolfi, 2014). Relatos da literatura descrevem que métricas de sincronia de sinais cerebrais entre indivíduos foram correlacionadas com o nível de compreensão mútua entre parceiros (Stephens et al., 2010), medidas psicológicas de habilidades sociais (Bilek et al., 2015), e medidas de atenção compartilhada (Koike et al., 2016), este considerado um dos primeiros comportamentos sociais a emergir ao longo do desenvolvimento. Estes resultados enfatizam a importância da investigação da sincronia de sinais cerebrais interpessoais para a compreensão de mecanismos de interação e comunicação social. Neste contexto, a técnica de fNIRS é uma ferramenta promissora para a avaliação das relações entre a interação interpessoal em contextos naturalísticos e seus correlatos cerebrais. Isto porque o fNIRS é uma técnica que apresenta menos restrições de mobilidade dos participantes, quando comparado a Rmf, além de ser resiliente a artefatos de movimento (Scholkmann et al., 2013; Balardin et al., 2017a). O fNIRS avalia os efeitos hemodinâmicos em resposta a ativação cerebral que ocorre a partir das mudanças nas

Endereço: Av. Albert Einstein 627 - 26s
Bairro: Morumbi **CEP:** 05.652-000
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2151-3729 **Fax:** (11)2151-0273 **E-mail:** cep@einstein.br



HOSPITAL ISRAELITA ALBERT
EINSTEIN-SP



Continuação do Parecer: 3.242.952

hemoglobinas oxigenadas e desoxigenadas e que podem ser calculadas pela quantidade de difusão da luz infra vermelha através do tecido do escalpo. Estudos prévios do nosso grupo demonstram a flexibilidade e robustez da técnica em experimentos ecológicos e no potencial de expandir o conhecimento em neurociência aplicada (Balardin et al., 2017b; Brokington et al., 2018).

Objetivo da Pesquisa:

Hipótese:

Identificação de diferenças na ativação e sincronização de respostas cerebrais em condições de maior e menor interação social. Assim poderemos observar como as características específicas da comunicação entre sujeitos a partir de tarefas colaborativas emergem da sincronização neural entre os mesmos em regiões associadas as predições de estados mentais, como a junção temporo-parietal e o córtex pre-frontal medial.

Objetivo Primário:

Avaliar a sincronia de comportamentos e de sinais cerebrais durante a interação interpessoal em grupo, em uma situação experimental naturalística.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Benefícios: possibilidade de entender melhor aspectos neurofisiológicos envolvidos na socialização.

Riscos: mínimos de perda de confidencialidade e pequeno desconforto. Os dados serão adquiridos com uso de uma touca, sem nenhum tipo de invasão.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O objetivo é pertinente e tangível e o Estudo está bem desenhado.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE está claro e em linguagem acessível, com conteúdo adequado. Os termos de apresentação obrigatória encontram-se em acordo com as Resoluções vigentes.

Recomendações:

É atribuição do CEP "acompanhar o desenvolvimento dos projetos, por meio de relatórios semestrais dos pesquisadores e de outras estratégias de monitoramento, de acordo com o risco inerente à pesquisa". Por isso o/a pesquisador/a responsável deverá encaminhar para o CEP Einstein os Relatórios Parciais a cada seis meses e o Relatório Final de seu projeto, até 30 dias após o seu término.

Endereço: Av. Albert Einstein 627 - 2ss

Bairro: Morumbi

CEP: 05.652-000

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)2151-3729

Fax: (11)2151-0273

E-mail: cep@einstein.br



**HOSPITAL ISRAELITA ALBERT
EINSTEIN-SP**



Continuação do Parecer: 3.242.952

Relatório Parcial, Final ou de Suspensão do Estudo:

<https://www.einstein.br/pesquisa/servicos/comite-etica-em-pesquisa/relatorio-pesquisas-aprovadas>

Segundo a Resolução CNS 466/2012 o pesquisador responsável deve prever procedimentos que assegurem a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização dos participantes da pesquisa, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou de aspectos econômico-financeiros.

Por favor, se ocorrerem eventos adversos graves, considerar as orientações presentes no link:
<http://apps.einstein.br/forms/pesquisa/form-adve.html>

Se ocorrer um evento relacionado ao procedimento do estudo ou medicação em uso, por favor, preencher o **Formulário de Evento Adverso Sério Próprio do CONEP**:
http://conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/arquivos/FORMULARIO_EAS_CONEP_2011.doc

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após análise, os seguintes documentos foram Aprovados:

1-Projeto de Pesquisa - Versão 1 datada de 20 de Fevereiro de 2019;

2-Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Versão 1 datada de 15 de Fevereiro de 2019.

Considerações Finais a critério do CEP:

DOCUMENTAÇÃO APROVADA PELO CEP DO HOSPITAL ISRAELITA ALBERT EINSTEIN EM REUNIÃO REALIZADA EM 26/03/2019.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1314617.pdf	14/03/2019 12:08:12		Aceito

Endereço: Av. Albert Einstein 627 - 2ss

Bairro: Morumbi

CEP: 05.652-000

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)2151-3729

Fax: (11)2151-0273

E-mail: cep@einstein.br



**HOSPITAL ISRAELITA ALBERT
EINSTEIN-SP**



Continuação do Parecer: 3.242.952

Declaração de Instituição e Infraestrutura	TermoGestores_signed.pdf	14/03/2019 12:07:47	Joana Bisol Balardin	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TermoResponsabilidadeSeresHumanos_signed.pdf	14/03/2019 12:08:43	Joana Bisol Balardin	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_sgpp_v2.pdf	14/03/2019 12:04:46	Joana Bisol Balardin	Aceito
Folha de Rosto	folha_rosto_signed.pdf	14/03/2019 12:04:24	Joana Bisol Balardin	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_sgpp.pdf	14/03/2019 12:01:14	Joana Bisol Balardin	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 03 de Abril de 2019

Assinado por:

Fabio Pires de Souza Santos
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Albert Einstein 627 - 2ss

Bairro: Morumbi

CEP: 05.652-000

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)2151-3729

Fax: (11)2151-0273

E-mail: cep@einstein.br

Anexo 3. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



ALBERT EINSTEIN
HOSPITAL ISRAELITA DE
ENSINO E PESQUISA

PROTOCOLO DE PESQUISA

"Avaliação de respostas cerebrais durante a interação interpessoal em grupos"

Joana Bissol Balardin

Página 1 de 4

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você foi convidado para participar voluntariamente do estudo intitulado: **AVALIAÇÃO DE RESPOSTAS CEREBRAIS DURANTE A INTERAÇÃO INTERPESSOAL EM GRUPOS**. Se você decidir fazer parte dele, precisará saber das possibilidades de riscos e benefícios e confirmar sua participação através do termo de consentimento livre e esclarecido.

Este documento esclarece sobre o estudo que você deseja participar. Se você tiver qualquer pergunta, por favor, sinta-se à vontade para entrar em contato com o pesquisador responsável pela condução do estudo ou com algum profissional que participa do estudo e que possa esclarecer suas dúvidas.

A decisão de fazer parte do estudo é **voluntária** e você pode recusar ou retirar-se do estudo a qualquer momento sem nenhum tipo de consequência para o seu tratamento.

O objetivo dessa pesquisa é estudar o funcionamento do cérebro durante atividades de interação social em grupos. Para isso, precisamos avaliar pessoas saudáveis, sem histórico de doenças neurológicas ou psiquiátricas, utilizando uma técnica de investigação que avalia a função cerebral de forma não-invasiva. Esta pesquisa não envolve nenhum tipo de exame para diagnóstico ou tratamento médico, por isso não serão fornecidos laudos, nem qualquer tipo de acompanhamento médico. Desta forma, não há um benefício imediato para você. No entanto, sua participação é muito importante, pois o conhecimento que será gerado por este estudo nos ajudará a compreender melhor os mecanismos cerebrais das habilidades de interação social entre indivíduos.

Local do Estudo: Hospital Israelita Albert Einstein

Número: _____

Iniciais: _____

Rubrica: 1) Paciente/Representante Legal/Testemunha Imparcial _____ 2) Responsável pelo consentimento _____
Versão 1_15 de fevereiro de 2019



ALBERT EINSTEIN
INSTITUTO ISRAELITA DE
ENSINO E PESQUISA

PROTOCOLO DE PESQUISA

"Avaliação de respostas cerebrais durante a interação interpessoal em grupos"
Joana Bisol Balardin

Página 2 de 4

Procedimentos realizados neste protocolo

Inicialmente você responderá a um breve questionário para verificar se poderá participar do estudo. Após concordar em participar da pesquisa e assinar este termo de consentimento, você deverá responder à algumas perguntas sobre seu histórico de saúde, características pessoais sobre hábitos e atividades de vida diária e sobre como tem se sentido nos últimos. Em em segundo encontro, você participará de um procedimento para avaliação da função cerebral utilizando o equipamento de espectroscopia funcional por infravermelho próximo (fNIRS). O aparelho de fNIRS utiliza feixes de luz que penetram até 2 centímetros abaixo da superfície do crânio e indicam a atividade cerebral a partir do fluxo de sangue que chega à uma determinada região. Para a realização deste procedimento, você deverá usar uma touca com sensores que serão posicionados na sua cabeça. Esta preparação terá duração de aproximadamente 20 minutos. Durante o exame de fNIRS você deverá realizar atividades de desenho, em colaboração com outros participantes. No dia de realização do exame você será orientado com detalhes sobre a tarefa específica que irá realizar. O procedimento tem duração de cerca de duas horas.

Riscos e inconveniências

Por não haver nenhum tipo de intervenção, os riscos são mínimos, apenas relacionados a algum possível desconforto durante o procedimento de fNIRS. Embora você possa ficar fadigado/entediado devido ao tempo prolongado de preparação e realização do teste, não há dano à saúde previsto no experimento, assim como nenhum procedimento é considerado doloroso. A qualquer momento você pode pedir para que o exame seja interrompido, e pode descontinuar a sua participação no estudo, sem qualquer prejuízo para você.

Benefício do estudo

Nenhum benefício financeiro ou material será fornecido. Existe um benefício acadêmico, pois os resultados deste estudo podem ampliar o conhecimento sobre o uso da técnica de fNIRS para a avaliação da função cerebral durante atividades sociais em grupo.

Número: _____

Iniciais: _____

Rubrica: 1) Paciente/Representante Legal/Testemunha Imparcial _____ 2) Responsável pelo consentimento _____
Versão 1_15 de fevereiro de 2019

CEP/Einstein
Versão Aprovada
[Assinatura]



ALBERT EINSTEIN
INSTITUTO ISRAELITA DE
ENSINO E PESQUISA

PROTOCOLO DE PESQUISA
"Avaliação de respostas cerebrais durante a interação interpessoal em grupos"
Joana Bisol Balardin

Página 3 de 4

Direitos do participante

Sua participação é voluntária e você pode retirar seu consentimento ou ainda descontinuar sua participação em qualquer momento, se o assim o preferir, sem penalização e/ou prejuízo de qualquer natureza. Você tem a inteira liberdade de participar, ou não, da pesquisa, sem quaisquer represálias na sua relação de emprego ou ensino com a Sociedade Brasileira Israelita Albert Einstein. Não haverá nenhum custo a você proveniente deste estudo, assim como não haverá qualquer tipo de remuneração pela sua participação. Ao assinar este termo você não abre mão de nenhum direito legal.

Confidencialidade

A equipe do estudo terá acesso a seus dados, no entanto, seu anonimato é garantido e possíveis publicações científicas resultantes deste estudo não o (a) identificará em nenhuma circunstância como participante. Os dados obtidos serão tratados sob estritas condições de confidencialidade.

Os seus dados também poderão ser compartilhadas com os seguintes grupos / pessoas associadas a este estudo de pesquisa ou envolvidos na revisão de pesquisas: outros funcionários da equipe de pesquisa do Pesquisador Responsável, o Comitê de Ética em Pesquisa e o Departamento Jurídico; e também os representantes do governo ou agências federais, quando exigido por lei. Caso surjam novas informações que possam ser importantes à sua decisão de continuar na pesquisa, você será informado assim que os dados estejam disponíveis.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), cuja função é o de aprovar os estudos envolvendo seres humanos.

Para qualquer dúvida ética e/ou relacionada a direitos do participante entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Albert Einstein no telefone (11) 2151-3729/ FAX (11) 2151-0273/ e-mail cep@einstein.br

Número: _____

Iniciais: _____

Rubrica: 1) Paciente/Representante Legal/Testemunha Imparcial _____ 2) Responsável pelo consentimento _____
Versão 1_15 de fevereiro de 2019

CEP/Einstein
Versão Aprovada
-rotconts



ALBERT EINSTEIN
INSTITUTO ISRAELITA DE
ENSINO E PESQUISA

PROTOCOLO DE PESQUISA

"Avaliação de respostas cerebrais durante a interação interpessoal em grupos"
Joana Bisol Balardin

Página 4 de 4

Para qualquer dúvida relacionada ao estudo, por favor, sinta-se a vontade para entrar em contato com a pesquisadora responsável pela condução do estudo, Joana Bisol Balardin no telefone: 2151-1031.

Reclamações, elogios e sugestões deverão ser encaminhadas ao Sistema de Atendimento ao Cliente (SAC) por meio do telefone (11) 2151-0222 ou formulário identificado como "fale conosco" disponível na página da pesquisa clínica ou pessoalmente.

Assinaturas de Consentimento

Fui informado de todos os detalhes relacionados ao estudo ao qual serei submetido.

Receberei uma via assinada e datada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Nome completo do participante da pesquisa

Data: ____/____/____

Assinatura do participante da pesquisa

Recebi uma via idêntica deste documento

Nome: _____

Ass: _____

Data: _____

Nome completo e legível do pesquisador responsável

Data: ____/____/____

Assinatura do pesquisador responsável

Número: _____

Iniciais: _____

Rubrica: 1) Paciente/Representante Legal/Testemunha Imparcial _____ 2) Responsável pelo consentimento _____

Versão 1_15 de fevereiro de 2019

CEP/Einstein
Versão Aprovada
[Assinatura]

Anexo 4. Termo de Consentimento de Uso de Imagem



CONSENTIMENTO PARA USO DA IMAGEM

Eu, _____, portador (a) da cédula de identidade, RG nº _____, AUTORIZO a Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Hospital Albert Einstein (SBIBAE), sediada nesta capital, na Avenida Albert Einstein, número 627, Morumbi, inscrita no CNPJ sob o nº 60.765.823/0001-30, a capturar e utilizar minha imagem em foto e vídeo obtida através do projeto AVALIAÇÃO DE RESPOSTAS CEREBRAIS DURANTE A INTERAÇÃO INTERPESSOAL EM GRUPOS, desde que observada a proteção das minhas informações pessoais, para qualquer meios de divulgação possíveis, quer sejam na mídia impressa (livros, catálogos, revista, jornal, entre outros), televisiva (propagandas para televisão aberta e/ou fechada, vídeos, filmes, entre outros), radiofônica (programas de rádio/podcasts), escrita e falada, Internet, Banco de dados informatizados, Multimídia, "home vídeo", DVD que porventura sejam feitas, através de publicação, transmissão, distribuição, reprodução ou qualquer outro meio de comunicação ao público existente, inclusive nos meios de comunicação interna, como jornal e periódicos em geral, na forma de impresso, voz e imagem.

A autorização à SBIBAE, qual seja o título necessário, é de forma graciosa e sem qualquer ônus, não requerendo para isso qualquer espécie de benefício, a partir da presente data e por prazo indeterminado, cedendo assim na sua totalidade e qualquer direito de uso.

Nome Completo do Paciente de Pesquisa

Assinatura do Paciente de Pesquisa

____/____/____
Data

8 REFERÊNCIAS

1. Feldman R. The neurobiology of human attachments. *Trends Cogn Sci.* 2017;21(2):80–99.
2. Hove MJ, Risen JL. It's all in the timing: interpersonal synchrony increases affiliation. *Soc Cogn.* 2009;27(6):949–60.
3. Long M, Verbeke W, Ein-Dor T, Vrticka P. A functional neuro-anatomical model of human attachment (NAMA): insights from first- and second-person social neuroscience. *Cortex.* 2020;126:281-321.
4. Redcay E, Schilbach L. Using second-person neuroscience to elucidate the mechanisms of social interaction. *Nat Rev Neurosci.* 2019;20(8):495–505.
5. Babiloni F, Astolfi L. Social neuroscience and hyperscanning techniques: past, present and future. *Neurosci Biobehav Rev.* 2014;44:76–93.
6. Balardin JB, Zimeo Morais GA, Furucho RA, Trambaiolli L, Vanzella P, Biazoli C Jr, et al. Imaging brain function with functional near-infrared spectroscopy in unconstrained environments. *Front Hum Neurosci.* 2017;11:258.
7. Scholkmann F, Holper L, Wolf U, Wolf M. A new methodical approach in neuroscience: assessing inter-personal brain coupling using functional near-infrared imaging (fNIRI) hyperscanning. *Front Hum Neurosci.* 2013;7:813.
8. Brockington G, Balardin JB, Zimeo Morais GA, Malheiros A, Lent R, Moura LM, et al. From the laboratory to the classroom: the potential of functional near-infrared spectroscopy in educational neuroscience. *Front Psychol.* 2018;9:1840.
9. Sonkusare S, Breakspear M, Guo C. Naturalistic stimuli in neuroscience: critically acclaimed. *Trends Cogn Sci.* 2019;23(8):699–714.
10. Duan L, Dai RN, Xiao X, Sun PP, Li Z, Zhu CZ. Cluster imaging of multi-brain networks (CIMBN): a general framework for hyperscanning and modeling a group of interacting brains. *Front Neurosci.* 2015;9:267.
11. Ikeda S, Nozawa T, Yokoyama R, Miyazaki A, Sasaki Y, Sakaki K, et al. Steady beat sound facilitates both coordinated group walking and inter-subject neural synchrony. *Front Hum Neurosci.* 2017;11:147.
12. Liu T, Duan L, Dai R, Pelowski M, Zhu C. Team-work, Team-brain: exploring synchrony and team interdependence in a nine-person drumming task via multiparticipant hyperscanning and inter-brain network topology with fNIRS. *Neuroimage.* 2021;237:118147.
13. Jiang J, Chen C, Dai B, Shi G, Ding G, Liu L, et al. Leader emergence through interpersonal neural synchronization. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2015;112(14):4274–9.
14. Nozawa T, Sasaki Y, Sakaki K, Yokoyama R, Kawashima R. Interpersonal frontopolar neural synchronization in group communication: An exploration toward fNIRS hyperscanning of natural interactions. *Neuroimage.* 2016;133:484-97.
15. Dai B, Chen C, Long Y, Zheng L, Zhao H, Bai X, et al. Neural mechanisms for selectively tuning in to the target speaker in a naturalistic noisy situation. *Nat Commun.* 2018;9(1):2405.
16. Lu K, Xue H, Nozawa T, Hao N. Cooperation makes a group be more creative. *Cereb Cortex.* 2019;29(8):3457–70.

17. Lu K, Hao N. When do we fall in neural synchrony with others? *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2019;14(3):253–61.
18. Edwards B. *Drawing on the right side of the brain: the definitive*. 4th ed. New York: Penguin Books; 2012.
19. Hass-Cohen N, Findlay JC. *Art therapy and the neuroscience of relationships, creativity, and resiliency: skills and practices*. New York: W.W. Norton; 2015.
20. Maekawa LN, de Angelis MA. A percepção figura-fundo em paciente com traumatismo crânio-encefálico. In: Francisquetti AA, organizadora. *Arte-reabilitação*. Memnon; 2011. p. 57–68.
21. Babiloni C, Vecchio F, Infarinato F, Buffo P, Marzano N, Spada D, et al. Simultaneous recording of electroencephalographic data in musicians playing in ensemble. *Cortex*. 2011;47(9):1082–90.
22. Babiloni C, Buffo P, Vecchio F, Marzano N, Del Percio C, Spada D, et al. Brains “in concert”: frontal oscillatory alpha rhythms and empathy in professional musicians. *Neuroimage*. 2012;60(1):105–16.
23. Müller V, Lindenberger U. Cardiac and respiratory patterns synchronize between persons during choir singing. *PLoS One*. 2011;6(9):e24893.
24. Greco A, Spada D, Rossi S, Perani D, Valenza G, Scilingo EP. EEG hyperconnectivity study on saxophone quartet playing in ensemble. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2018;2018:1015-8.
25. Osborne-Crowley K. Social cognition in the real world: reconnecting the study of social cognition with social reality. *Rev Gen Psychol*. 2020;24(2):144–58.
26. Kantrowitz, Brew A, Fava M, editors. *Thinking through drawing: practice into knowledge*. Proceedings of an interdisciplinary symposium on drawing, cognition and education; 28-29 Oct 2011; Columbia University. New York: Teachers College; 2011.
27. Petersen CS, Wainer R. *Terapias cognitivo-comportamentais para crianças e adolescentes: ciência e arte*. São Paulo: Artmed; 2011.
28. Sheng L, Yang G, Pan Q, Xia C, Zhao L. Synthetic House-Tree-Person Drawing Test: a new method for screening anxiety in cancer patients. *J Oncol*. 2019;2019:5062394.
29. Li CY, Chen TJ, Helfrich C, Pan AW. The development of a scoring system for the kinetic house-tree-person drawing test. *Hong Kong J Occup Ther*. 2011;21(2):72–9.
30. Klumpp CF, Vilar M, Pereira M, Andrade MS. Reliability studies for the Kinetic Family Drawing. *Aval Psicol*. 2020;19(1):48-55. Portuguese.
31. Adams E. *Drawing to learn, learning to draw*. Wiltshire: Nsead; 2013 [cited 2021 Dec 1]. Available from: <https://www.nsead.org/resources/drawing/drawing-to-learn-learning-to-draw/>
32. Bernardo PP, editora. *A prática da arteterapia: correlações entre temas e recursos*. Vol. 1. São Paulo; 2008.
33. Staback D. *Drawn: exploring interaction through drawing as collaborative play*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology; 2016 [cited 2021 Dec 1]. Available from: <http://gamelab.mit.edu/wp/wp-content/uploads/2016/08/Staback-Drawn-report.pdf>
34. Feng C, Eickhoff SB, Li T, Wang L, Becker B, Camilleri JA, et al. Common brain networks underlying human social interactions: evidence from large-scale neuroimaging meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev*. 2021;126:289–303.

35. Dolcos F, Katsumi Y, Moore M, Berggren N, de Gelder B, Derakshan N, et al. Neural correlates of emotion-attention interactions: from perception, learning, and memory to social cognition, individual differences, and training interventions. *Neurosci Biobehav Rev*. 2020;108:559–601.
36. Knoblich G, Sebanz N. Evolving intentions for social interaction: from entrainment to joint action. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2008;363(1499):2021–31.
37. Arioli M, Crespi C, Canessa N. Social cognition through the lens of cognitive and clinical neuroscience. *Biomed Res Int*. 2018;2018:4283427.
38. Wang Y, Metoki A, Xia Y, Zang Y, He Y, Olson IR. A large-scale structural and functional connectome of social mentalizing. *Neuroimage*. 2021;236(216):118115.
39. Sumiya M, Okamoto Y, Koike T, Tanigawa T, Okazawa H, Kosaka H, et al. Attenuated activation of the anterior rostral medial prefrontal cortex on self-relevant social reward processing in individuals with autism spectrum disorder. *Neuroimage Clin*. 2020;26:102249.
40. Mundy P. A review of joint attention and social-cognitive brain systems in typical development and autism spectrum disorder. *Eur J Neurosci*. 2018;47(6):497–514.
41. Warnell KR, Sadikova E, Redcay E. Let's chat: developmental neural bases of social motivation during real-time peer interaction. *Dev Sci*. 2018;21(3):e12581.
42. Barakova EI, Spink AS, de Ruyter B, Noldus LP. Trends in measuring human behavior and interaction. *Pers Ubiquitous Comput*. 2013;17(1):1–2.
43. Capozzi F, Beyan C, Pierro A, Koul A, Murino V, Livi S, et al. Tracking the leader: gaze behavior in group interactions. *iScience*. 2019;16:242–9.
44. Gvirts HZ, Perlmutter R. What guides us to neurally and behaviorally align with anyone specific? A neurobiological model based on fNIRS hyperscanning studies. *Neuroscientist*. 2020;26(2):108–16.
45. Valenzuela MJ, Sachdev P. Brain reserve and dementia: a systematic review. *Psychol Med*. 2006;36(4):441–54.
46. Dumas G, Nadel J, Soussignan R, Martinerie J, Garnero L, Jacques Martinerie LG. Inter-brain synchronization during social interaction. *PLoS One*. 2010;10(8):e12166.
47. Konvalinka I, Roepstorff A. The two-brain approach: how can mutually interacting brains teach us something about social interaction? *Front Hum Neurosci*. 2012;6:215.
48. Schilbach L. Eye to eye, face to face and brain to brain: novel approaches to study the behavioral dynamics and neural mechanisms of social interactions. *Curr Opin Behav Sci*. 2015;3:130–5.
49. Atzil S, Hendler T, Feldman R. The brain basis of social synchrony. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2014;9(8):1193–202.
50. Reinero DA, Dikker S, van Bavel JJ. Inter-brain synchrony in teams predicts collective performance. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2021;16(1-2):43-57.
51. Davidesco I, Laurent E, Valk H, West T, Dikker S, Milne C, et al. Brain-to-brain synchrony between students and teachers predicts learning outcomes. *bioRxiv*. 2019:644047.
52. Redcay E, Moraczewski D. Social cognition in context: a naturalistic imaging approach. *Neuroimage*. 2020;216:116392.

53. Schurz M, Radua J, Tholen MG, Maliske L, Margulies DS, Mars RB, et al. Toward a hierarchical model of social cognition: a neuroimaging meta-analysis and integrative review of empathy and theory of mind. *Psychol Bull.* 2021;147(3):293–327.
54. Koban L, Ramamoorthy A, Konvalinka I. Why do we fall into sync with others? Interpersonal synchronization and the brain's optimization principle. *Soc Neurosci.* 2019;14(1):1–9.
55. Amodio DM, Frith CD. Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nat Rev Neurosci.* 2006;7(4):268–77.
56. Davidson RJ. What does the prefrontal cortex “do” in affect: perspectives on frontal EEG asymmetry research. *Biol Psychol.* 2004;67(1-2):219–33.
57. Cavallo A, Lungu O, Becchio C, Ansuini C, Rustichini A, Fadiga L. When gaze opens the channel for communication: integrative role of IFG and MPFC. *Neuroimage.* 2015;119:63–9.
58. Marques R CG. Arteterapia: o autorretrato e a fotografia em pacientes com acidente vascular cerebral. In: Francisquetti AA, organizadora. *Arte-reabilitação.* Memnon; 2011. p. 69–76.
59. Geue K, Goetze H, Buttstaedt M, Kleinert E, Richter D, Singer S. An overview of art therapy interventions for cancer patients and the results of research. *Complement Ther Med.* 2010;18(3-4):160–70.
60. Coss RG, Kellogg R. [Review of analyzing children's art, by R. Kellogg]. *Leonardo.* 1971;4(1):84-5.
61. Lowenfeld V, Brittain WL. *Creative and mental growth.* 8th ed. New York: MacMillan; 1987.
62. Kellogg R. *Analyzing children's art.* [S.l.]: Echo Point Books & Media; 2015.
63. Kantrowitz A, Fava M, Brew A. Drawing together research and pedagogy. *Art Educ.* 2017;70(3):50–60.
64. Fonseca V. Desenvolvimento psicomotor e aprendizagem. In: *Congreso Internacional “Educación Infantil y Desarrollo de Competencias”;* 2008; Nov 28-30; Madrid; [citado 2021 Nov 2]. Disponível em: http://www.waece.org/ameicongresocompetencias/ponencias/victor_da_fonseca.pdf
65. Uehara E, Mata F, Fichman HC, Malloy-Diniz LF. Funções executivas na infância. In: Salles JF, Haase VG, Malloy-Diniz LF. *Neuropsicologia do desenvolvimento: infância e adolescência.* 2016. p. 17-27.
66. McManus IC, Chamberlain R, Loo PW, Rankin Q, Riley H, Brunswick N. Art students who cannot draw: exploring the relations between drawing ability, visual memory, accuracy of copying, and dyslexia. *Psychol Aesthet Creat Arts.* 2010;4(1):18–30.
67. Kobayashi C. Os indicadores emocionais de Koppitz no desenho da figura humana de crianças de São Paulo [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia; 2015.
68. Jung CG. *O homem e seus símbolos.* 3a ed. Rio de Janeiro: HarperCollins Brasil; 2016.
69. Jung CG. *O espírito na arte e na ciência.* Petrópolis: Vozes; 1985.
70. Kant E. *Crítica da razão pura.* 5a ed. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 2001.
71. Chamberlain R, McManus IC, Brunswick N, Rankin Q, Riley H, Kanai R. Drawing on the right side of the brain: a voxel-based morphometry analysis of observational drawing. *Neuroimage.* 2014;96:167-73.
72. Tchalenko J. Eye movements in drawing simple lines. *Perception.* 2007;36(8):1152–67.

73. Gowen E, Miall RC. Eye-hand interactions in tracing and drawing tasks. *Hum Mov Sci*. 2006;25(4-5):568–85.
74. Miall RC, Nam SH, Tchalenko J. The influence of stimulus format on drawing—a functional imaging study of decision making in portrait drawing. *Neuroimage*. 2014;102(Pt 2):608–19.
75. Kandel ER. The age of insight. The quest to understand the unconscious in art, mind and brain. From Vienna 1900 to the present. New York: Random House; 2012.
76. Silva RB, Pasa A, Castoldi DR, Spessatto F. [The Drawing of the Human Figure and its use in psychological assessment]. *Psicol Argum*. 2010;28(60):55-64. Portuguese.
77. Yu YZ, Ming CY, Yue M, Li JH, Ling L. House-tree-person drawing therapy as an intervention for prisoners' prerelease anxiety. *J Soc Behav Pers*. 2016;44(6):987–1004.
78. Gombrich EH. *Art & illusion: a study in the psychology of pictorial representation*. 6th ed. New York: Phaidon; 2002.
79. Koike T, Sumiya M, Nakagawa E, Okazaki S, Sadato N. What makes eye contact special? Neural substrates of on-line mutual eye-gaze: a hyperscanning fMRI study. *eNeuro*. 2019;6(1):ENEURO.0284-18.2019.
80. Hessels RS. How does gaze to faces support face-to-face interaction? A review and perspective. *Psychon Bull Rev*. 2020; 27:856–81.
81. Pfeiffer UJ, Vogeley K, Schilbach L. From gaze cueing to dual eye-tracking: novel approaches to investigate the neural correlates of gaze in social interaction. *Neurosci Biobehav Rev*. 2013;37(10 Pt 2):2516–28.
82. Valtakari NV, Hooge IT, Viktorsson C, Nyström P, Falck-Ytter T, Hessels RS. Eye tracking in human interaction: possibilities and limitations. *Behav Res Methods*. 2021;53(4):1592–608.
83. McCrackin SD, Itier RJ. Feeling through another's eyes: perceived gaze direction impacts ERP and behavioural measures of positive and negative affective empathy. *Neuroimage*. 2021;226:117605.
84. Mitchell JP, Macrae CN, Banaji MR. Forming impressions of people versus inanimate objects: social-cognitive processing in the medial prefrontal cortex. *Neuroimage*. 2005;26(1):251–7.
85. Vehlen A, Spenthof I, Tönsing D, Heinrichs M, Domes G. Evaluation of an eye tracking setup for studying visual attention in face-to-face conversations. *Sci Rep*. 2021;11(1):2661.
86. Schilbach L, Timmermans B, Reddy V, Costall A, Bente G, Schlicht T, et al. Toward a second-person neuroscience. *Behav Brain Sci*. 2013;36(4):393–414.
87. Schilbach L, Wilms M, Eickhoff SB, Romanzetti S, Tepest R, Bente G, et al. Minds made for sharing: initiating joint attention recruits reward-related neurocircuitry. *J Cogn Neurosci*. 2010; 22(12):2702-15.
88. Redcay E, Dodell-Feder D, Pearrow MJ, Mavros PL, Kleiner M, Gabrieli JD, et al. Live face-to-face interaction during fMRI: a new tool for social cognitive neuroscience. *Neuroimage*. 2010;50(4):1639–47.
89. Holleman GA, Hessels RS, Kemner C, Hooge IT. Implying social interaction and its influence on gaze behavior to the eyes. *PLoS One*. 2020;15(2):e0229203.
90. Gangopadhyay N, Schilbach L. Seeing minds: a neurophilosophical investigation of the role of perception-action coupling in social perception. *Soc Neurosci*. 2012;7(4):410–23.

91. Vestner T, Gray KL, Cook R. Why are social interactions found quickly in visual search tasks? *Cognition*. 2020;200:104270.
92. Wheatley T, Boncz A, Toni I, Stolk A. Beyond the isolated brain: the promise and challenge of interacting minds. *Neuron*. 2019;103(2):186–8.
93. Mu Y, Cerritos C, Khan F. Neural mechanisms underlying interpersonal coordination: a review of hyperscanning research. *Soc Personal Psychol Compass*. 2018;12(11):e12421.
94. Müller V, Sängler J, Lindenberger U. Hyperbrain network properties of guitarists playing in quartet. *Ann N Y Acad Sci*. 2018;1423(1):198–210.
95. Ko LW, Komarov O, Hairston WD, Jung TP, Lin CT. Sustained attention in real classroom settings: an EEG study. *Front Hum Neurosci*. 2017;11:388.
96. Dikker S, Wan L, Davidesco I, Kaggen L, Oostrik M, McClintock J, et al. Brain-to-brain synchrony tracks real-world dynamic group interactions in the classroom. *Curr Biol*. 2017;27(9):1375–80.
97. Bevilacqua D, Davidesco I, Wan L, Chaloner K, Rowland J, Ding M, et al. Brain-to-brain synchrony and learning outcomes vary by student–teacher dynamics: evidence from a real-world classroom electroencephalography study. *J Cogn Neurosci*. 2019;31(3):401–11.
98. Zhang J, Zhou Z. Multiple human EEG synchronous analysis in group interaction-prediction model for group involvement and individual leadership. In: Schmorow DD, Fidopiastis CM, editors. *Augmented cognition. Neurocognition and machine learning*. 11th International Conference on Augmented Cognition; 2017 July 9-14; Vancouver. Vancouver: Springer; 2017. p. 99–108.
99. Richard C, Karić MS, McConnell M, Poole J, Rupp G, Fink A, et al. Elevated inter-brain coherence between subjects with concordant stances during discussion of social issues. *Front Hum Neurosci*. 2021;15:611886.
100. Matusz PJ, Dikker S, Huth AG, Perrodin C. Are we ready for real-world neuroscience? *J Cogn Neurosci*. 2019;31(3):327–38.
101. Shamay-Tsoory SG, Mendelsohn A. Real-life neuroscience: an ecological approach to brain and behavior research. *Perspect Psychol Sci*. 2019;14(5):841–59.
102. Delpy DT, Cope M. Quantification in tissue near-infrared spectroscopy. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 1997;352(1354):649–59.
103. Quaresima V, Bisconti S, Ferrari M. A brief review on the use of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) for language imaging studies in human newborns and adults. *Brain Lang*. 2012;121(2):79–89.
104. Logothetis NK, Wandell BA. Interpreting the BOLD signal. *Annu Rev Physiol*. 2004;66(1):735–69.
105. Plichta MM, Herrmann MJ, Baehne CG, Ehlis AC, Richter MM, Pauli P, et al. Event-related functional near-infrared spectroscopy (fNIRS): are the measurements reliable? *Neuroimage*. 2006;31(1):116–24.
106. Mesquita R, Covolan RJ. Estudo funcional do cérebro através de NIRS e tomografia óptica de difusão. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268287360>
107. Babiloni F, Cincotti F, Mattia D, Mattiocco M, De Vico Fallani F, Tocci A, et al. Hypermethods for EEG hyperscanning. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2006;2006:3666-9.
108. Artal R, Rubinfeld S. Ethical issues in research. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2017;43:107–14.

109. Bowie CR, Harvey PD. Administration and interpretation of the Trail Making Test. *Nat Protoc.* 2006;1(5):2277–81.
110. McMorris T, editor. Exercise-cognition interaction. Neuroscience perspectives. Oxford: Elsevier; 2016.
111. Elrod C. Geriatric physical therapy in the 21st century: overarching principles and approaches to practice. In: Avers D, Wong R, editors. *Guccione's geriatric physical therapy.* 4th ed. St. Louis: Elsevier; 2020. p. 1-16.
112. Xu Y, Graber HL, Barbour RL. nirsLAB: a computing environment for fNIRS neuroimaging data analysis. In: *Biomedical Optics 2014*; Apr 26-30; Miami (FL); [cited 2021 Nov 2]. Available from: <https://www.osapublishing.org/abstract.cfm?uri=BIOMED-2014-BM3A.1>
113. Vanzella P, Balardin JB, Furucho RA, Morais GA, Janzen TB, Sammler D, et al. fNIRS responses in professional violinists while playing duets: evidence for distinct leader and follower roles at the brain level. *Front Psychol.* 2019;10:164.
114. Baker JM, Liu N, Cui X, Vrticka P, Saggar M, Hosseini SM, et al. Sex differences in neural and behavioral signatures of cooperation revealed by fNIRS hyperscanning. *Sci Rep.* 2016;6:26492.
115. Cheng X, Li X, Hu Y. Synchronous brain activity during cooperative exchange depends on gender of partner: a fNIRS-based hyperscanning study. *Hum Brain Mapp.* 2015;36(6):2039–48.
116. Marcolino JA, Suzuki FM, Alli LA, Gozzani JL, Mathias LA. [Measurement of anxiety and depression in preoperative patients. Comparative study]. *Rev Bras Anesthesiol.* 2007;57(2):157–66. Portuguese.
117. del Prette ZA, del Prette A. *Inventário de habilidades sociais.* 4a ed. São Paulo: Casa do Psicólogo; 2009.
118. Mattos P, Segenreich D, Saboya E, Louza M, Dias G, Romano M. [Transcultural adaptation of the Adult Self-Report Scale into portuguese for evaluation of adult attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD)]. *Arch Clin Psychiatry.* 2006;33(4):188-94. Portuguese.
119. Kauffeld S, Meyers RA. Complaint and solution-oriented circles: interaction patterns in work group discussions. *Eur J Work Organ Psychol.* 2009;18(3):267–94.
120. Koppitz EM. *El Dibujo de la figura humana em los niños.* 12 ed. Buenos Aires: Guadalupe. 1967.
121. Ostrower F. *Criatividade e processos de criação.* 2a ed. Petrópolis: Vozes; 1978.
122. Risko EF, Richardson DC, Kingstone A. Breaking the fourth wall of cognitive science: real-world social attention and the dual function of gaze. *Curr Dir Psychol Sci.* 2016;25(1):70-4.
123. Chen WL, Wagner J, Heugel N, Sugar J, Lee YW, Conant L, et al. Functional near-infrared spectroscopy and its clinical application in the field of neuroscience: advances and future directions. *Front Neurosci.* 2020;14:724.
124. Strehl U, Leins U, Goth G, Klinger C, Hinterberger T, Birbaumer N. Self-regulation of slow cortical potentials: a new treatment for children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics.* 2006;118(5):e1530–40.
125. Marx AM, Ehlis AC, Furdea A, Holtmann M, Banaschewski T, Brandeis D, et al. Near-infrared spectroscopy (NIRS) neurofeedback as a treatment for children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)-a pilot study. *Front Hum Neurosci.* 2015;8:1038.

126. Nogueira MG, Silvestrin M, Barreto CS, Sato JR, Mesquita RC, Biazoli C, et al. Differences in brain activity between fast and slow responses on psychomotor vigilance task: an fNIRS study. 2021. In review.
127. Esperidião E, Saidel MG, Rodrigues J. Mental health: focusing on health professionals. *Rev Bras Enferm.* 2020;73 (Supl 1):1-2.
128. Castro CS, Timenetsky KT, Katz M, Corrêa TD, Felício AC, Moriyama T, et al. Burnout syndrome and engagement among critical care providers: a cross-sectional study. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2020;32(3):381–90.
129. Fischer R, Mattos P, Teixeira C, Ganzerla DS, Rosa RG, Bozza FA. Association of burnout with depression and anxiety in critical care clinicians in Brazil. *JAMA Netw Open.* 2020;3(12):e2030898.
130. Kim JK, Suh JH. Children's kinetic family drawings and their internalizing problem behaviors. *Arts Psychother.* 2013;40(2):206–15.
131. Mangold P. Discover the invisible through tool-supported scientific observation: a best practice guide to video-supported behavior observation. 2018 [cited 2021 Jun 12]. Available from: <https://www.mangold-international.com/en/about-us/references/publications>
132. Kirsch W, Kunde W. The size of attentional focus modulates the perception of object location. *Vision Res.* 2021;179:1–8.
133. Deubel H, Schneider WX. Saccade target selection and object recognition: evidence for a common attentional mechanism. *Vision Res.* 1996;36(12):1827–37.
134. Perdreau F, Cavanagh P. The artist's advantage: better integration of object information across eye movements. *Iperception.* 2013;4(6):380–95.

Abstract

Introduction: Interpersonal interaction is an important component within the affective bonding process. Due to several methodological challenges faced by group social dynamics' naturalistic experimentation, much of this behavior's knowledge and its neural correlates are related to single-person or second-person approaches. **Purpose:** To develop a naturalistic experimental protocol for assessing brain and behavioral responses during interpersonal interaction in groups using a collaborative drawing dynamic. **Methods:** The protocol consisted of the combined use of functional near-infrared spectroscopy technique, for the assessment of hemodynamic responses of the medial prefrontal cortex (brain area previously related to social cognition), and video-based observation, for the measurement of social interaction behaviors. We developed a block drawing paradigm in which a social condition was compared with a non-social control condition. The social condition was inspired by a naturalistic group dynamic activity (i.e. collaborative drawing). The feasibility of the protocol was assessed in quartets (unknown to each other). We used scales of sociability traits and mood states for participants' demographic characterization. To describe behavioral responses to interaction, we used shared gaze metrics derived from video analysis. Quantitative and qualitative drawing metrics were evaluated as possible outcome measures to characterize individual technical and social skills. We will use amplitude measures of hemodynamic responses and synchronization of signals obtained with fNIRS to characterize neural correlates of experimental conditions and interpersonal behavior during the protocol. **Results:** The study collected data from 4 quartets, from which, one quartet was excluded due to the quality control of the fNIRS signals, and two of them due to technical problems of the video recording. We observed a higher number of shared gazes in the social condition of the protocol compared with the non-social condition. The complexity of drawing traces showed qualitative differences with the progressive increase of detail representation from partners observation. Synchronicity of brain signals was observed only in the final part of the interaction. **Conclusions:** The execution of the protocol is partially feasible due to the factors such as the high technical complexity of simultaneously measuring multiple outcome measures (drawing behavior, video recording, and fNIRS signals) and the high cognitive demand of the

collaborative drawing task. From these observations, suggestions and alternatives for improving the study design in potential future applications are described.

Keywords: fNIRS [not in DeCS]; Hyperscanning [not in DeCS]; Colaborative drawing [not in DeCS]; Interpersonal relations; Empathy; Art therapy

Apêndice

Apêndice 1. Dados demográficos colhidos de todos os indivíduos que participaram das quatro primeiras coletas do experimento

Tabela 1. Caracterização demográfica e resultados escalas dos grupos

Variáveis	Q1	Q2	Q3	Q4	Amostra total
Idade (em anos)	24,25 (19,30)	24,75 (22,29)	25 (24,27)	25,5 (24,27)	24,87 (10,30)
Escolaridade (em anos)	15,75 (14,18)	16,5 (14,20)	16,75 (15,18)	17,75 (17,18)	16,69 (14,20)
Sexo	4F/0M	4F/0M	4F/0M	4F/0M	16F/0M
EHAD-A	10 (7,19)	11,25 (7,15)	10,5 (8,14)	11,75 (7,17)	10,87 (7,19)
EHAD-D	5,75 (2,11)	8 (2,11)	6,5 (1,12)	6,75 (2,9)	6,75 (1,12)
ASR18-A	0,75 (0,2)	3,25 (1,8)	1,75 (0,4)	0,75 (0,1)	1,63 (0,8)
ASR18-B	2,75 (1,4)	2,25 (0,6)	3,25 (0,7)	2,25 (1,3)	2,625 (0,7)
IHS ET	49,5 (1,90)	53,75 (4,87)	38,5 (0,96)	67,88 (25 - 95,5)	52,41 (0,96)
IHS-F1	1,87 (0,64 - 3,09)	2,02 (1,54 - 2,55)	1,34 (0,18 - 2,91)	2,39 (1,82 - 2,82)	1,905 (0,18 - 3,09)
IHS-F2	2,57 (1 - 3,57)	2,89 (2,43 - 3,71)	2,93 (2 - 3,71)	3,07 (2,57 - 3,71)	2,865 (1 - 3,71)
IHS-F3	2,82 (2,14 - 3,29)	2,33 (1,29 - 3,86)	2,25 (1,29 - 3,43)	2,71 (2,14 - 3,43)	2,53 (1,29 - 2,86)
IHS-F4	2,44 (1,5 - 3,25)	2,69 (0,5 - 4)	2,12 (1,5 - 3,25)	2,94 (2 - 4)	2,55 (0,5 - 4)
IHS-F5	2,42 (1,33 - 2,67)	3,08 (2,33 - 3,67)	1,91 (0,33 - 3)	2,16 (1,33 - 2,67)	2,40 (0,33 - 3,67)

EHAD: Escala Hospitalar de Ansiedade e Depressão onde A representa Ansiedade e D depressão; ASR18: *Adult Self-Report Scale* para avaliação do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH) em adultos, sendo A para Atenção e B para hiperatividade; IHS: Inventário de Habilidades Sociais de Del-Prette, onde ET: repertório de habilidades, e os escores fatorais: (F1) enfrentamento e autoafirmação com risco; (F2) autoafirmação na expressão do sentimento positivo; (F3) conversação e desenvoltura social (F4), autoexposição a desconhecidos e situações novas; (F5) autocontrole e agressividade.