

UNIVERSIDADE DE LISBOA



FACULDADE DE CIÊNCIAS
FACULDADE DE LETRAS
FACULDADE DE MEDICINA
FACULDADE DE PSICOLOGIA

Sobreimitação nas Perturbações do Espectro do Autismo

Ações Influenciadas Pela Disponibilidade de Informação Causal

Luís Filipe Gonçalves da Silva

Dissertação de Mestrado

MESTRADO EM CIÊNCIA COGNITIVA

*Dissertação de mestrado orientada pela Doutora Joana C. Carmo como parte das exigências para
obtenção do grau de Mestre em Ciência Cognitiva.*

2015

UNIVERSIDADE DE LISBOA



FACULDADE DE CIÊNCIAS
FACULDADE DE LETRAS
FACULDADE DE MEDICINA
FACULDADE DE PSICOLOGIA

Sobreimitação nas Perturbações do Espectro do Autismo

Ações Influenciadas Pela Disponibilidade de Informação Causal

Luís Filipe Gonçalves da Silva

Dissertação de Mestrado

MESTRADO EM CIÊNCIA COGNITIVA

*Dissertação de mestrado orientada pela Doutora
Joana C. Carmo como parte das exigências para
obtenção do grau de Mestre em Ciência Cognitiva.*

2015

iii

*À minha irmã,
à Inês e ao Pedro*

Agradecimentos

Em primeiro lugar o meu mais sincero agradecimento é destinado à Doutora Joana Costa Carmo, que com paciência, generosidade e dedicação possibilitou a realização deste trabalho. A sua orientação excecional, apoio, direção e motivação desde o primeiro dia foram indispensáveis a todos os níveis, não só no presente momento, como também espelham as competências, o rigor e o profissionalismo que espero um dia vir a ter.

A todos que me indiretamente e incondicionalmente me apoiaram, aos meus pais, à minha tia Maria. Especialmente à minha irmã, o meu maior apoio que diariamente me inspira a ser mais e melhor.

À Carlinha, Daniela, Gabriela, Grzegorz, Inês, Mário, Rogério, Tiago, Vanda e Varela pela disponibilidade, ajuda e pela sincera e inestimável amizade.

Aos Professores Ana Sebastião, Luís Correia, Tânia Fernandes, pela tutoria e pelos conselhos ao longo deste ciclo de estudos, e especialmente os comentários orientadores para com o projeto.

Aos colegas e amigos profissionais, que me suportaram durante este percurso, motivando-me e encorajando-me a nunca desistir, especialmente à Ana Ornelas, Ana Fernandes, Sofia e Susana.

Aos colegas de mestrado pelo companheirismo, partilha de conhecimentos e pelo prazer que foi passar estes dois anos ao seu lado. Especialmente agradeço com todo o meu carinho, respeito e profunda estima à Cristiane Souza e à Sofia Frade, que me acompanharam com todo o seu apoio, disponibilidade, partilha e amizade, ajudando-me indubitavelmente e preponderantemente a superar este desafio.

Finalmente expresso a minha gratidão a todos os que colaboraram e participaram neste estudo, que generosamente cederam parte do seu tempo para “abraçarem” este projeto, sem os quais o mesmo não teria sido exequível.

Resumo

O presente estudo visa investigar a presença ou não de um padrão de sobreimitação (“*overimitation*”) em indivíduos com Perturbação do Espectro do Autismo (PEA) de elevado funcionamento. Sobreimitação é descrita como a imitação com elevada ou excessiva fidelidade ao ponto de se imitar ações irrelevantes à custa de eficiência na resolução da tarefa. Este padrão está associado à criação de laços sociais e pode por isso encontrar-se comprometido nas PEA, dado que um dos critérios de diagnóstico é exatamente distúrbios na interação social. Os estudos endereçados ao fenómeno da sobreimitação nesta população apresentam resultados contraditórios (ver Nielsen *et al.*, 2013, Marsh *et al.* 2013), sem no entanto nenhum testar diretamente a disponibilidade de informação causal, isto é testar a performance imitativa em tarefas que permitem um acesso visual sobre a relevância das ações realizadas para com o objetivo da tarefa.

Pretendeu-se assim verificar se indivíduos com PEA demonstram a mesma tendência em imitar ações demonstradas com elevada fidelidade ou se optam por uma estratégia, mais eficiente, de emulação (alcançar o mesmo objetivo por meios diferentes). Em particular, procurou-se analisar a imitação de ações causalmente irrelevantes em condições em que a causalidade da ação pode ser percebida (transparente) ou em que a causalidade da ação não pode ser percebida (opaca). Para tal replicou-se o paradigma de duplo-método utilizado por Horner & Whiten (2005) em dois grupos de participantes adultos, um grupo composto por participantes neurotípicos (N=24) e um grupo de participantes com diagnóstico de PEA de elevado funcionamento (N=20). Os resultados indicaram uma maior manifestação do padrão sobreimitativo em participantes do grupo de controlo comparativamente o grupo experimental. Curiosamente não foram identificadas diferenças entre grupos na performance imitativa na condição com disponibilidade de acesso à informação causal visual. Os dados reportados sugerem uma tendência dos indivíduos com PEA para uma emulação excessiva das ações observadas, mesmo em situações em que a causalidade da ação não pode ser percebida.

Palavras-chave: imitação, emulação, sobreimitação, perturbações do espectro do autismo.

Abstract

In the present study we aimed to investigate the manifestation of an over-imitation pattern in high functioning Autism Spectrum Disorders (ASD). Over-imitation refers to the tendency to imitate actions with such high fidelity so that it include also the imitation of irrelevant actions, to the expenses of task efficiency. This pattern is linked to social affiliation which might be compromised in ASD, and is one of the core diagnostic criteria of this population. A couple of studies have evaluated the pattern of over-imitation in ASD but contradictory results were reported (see Nielsen et al., 2013, Marsh et al. 2013) but in neither study was the availability of causal information directly tested and that could explain the disparate findings reported.

As so in this study we intended to evaluate if individuals with ASD demonstrate the same tendency to imitate the demonstrated actions with high fidelity, or if they engaged in a more efficient strategy response – emulative response (described as a way to achieve the goal previous demonstrated by reconstruction the action results by their own personal means). Particularly, we aimed to investigate the imitation of actions in conditions when the causality of action cannot be perceived (opaque) or when the causality of action can be perceived (transparent). To do so, we employed Horner & Whitens’ two-action approach imitation paradigm (Horner & Whiten, 2005) in two groups of adults. The control group comprised neurotypical participants (N=24), and on the experimental group high functioning ASD participants were included (N=20). The two groups were submitted to an experiment where they had to solve a puzzle-box object-directed task (either transparent or opaque). We have found as results that matched control participants showed higher over-imitative pattern compared with a sample of high-functioning adults with ASD. No difference was found, in either group, when causal information is available. We interpreted these findings as a tendency of individuals with ASD to excessively emulate the actions even when the causality of the action cannot be perceived.

Keywords: imitation, emulation, over-imitation, autism spectrum disorder.

Índice

| | |
|---|------|
| Agradecimentos..... | vii |
| Resumo..... | ix |
| Abstract..... | xi |
| Índice..... | xiii |
| Índice de Figuras..... | xv |
| Índice de Tabelas..... | xvii |
| Introdução..... | 1 |
| Parte 1 – Estado de Arte..... | 5 |
| 1.1. Abordagem contemporânea da Imitação..... | 5 |
| 1.2. Modelos Neurocognitivos da Imitação..... | 17 |
| 1.3. Sobreimitação..... | 25 |
| 1.4. Perturbação do espectro de autismo..... | 28 |
| 1.4.1 Sobreimitação na PEA de elevado funcionamento..... | 32 |
| 1.5. Objetivos e hipóteses do presente estudo..... | 35 |
| Parte 2 - Método..... | 37 |
| 2.1 Participantes..... | 37 |
| 2.2 Materiais e Procedimento..... | 40 |
| 2.3 Codificação de variáveis e análise..... | 43 |
| 2.4 Análise Estatística..... | 46 |
| Parte 3 - Resultados..... | 47 |
| 3.1 Análise de categorias..... | 48 |
| 3.1.1 Análise global de ações irrelevantes..... | 48 |
| 3.1.2 Análise global de ações relevantes..... | 48 |
| 3.1.3 Análise da entrada 1 (bater na defesa superior número de toques)..... | 49 |
| 3.1.4 Análise da entrada 2 (“remoção da defesa superior”)..... | 51 |
| 3.1.5 Análise da entrada 4 (“abrir a porta frontal”)..... | 51 |
| 3.1.6 Análise entrada 6 (“obtenção da recompensa”)..... | 52 |
| 3.2 Quociente sobreimitativo..... | 53 |
| 3.3 Quociente de Fidelidade..... | 56 |
| 3.5 Correlação com memória de trabalho..... | 58 |
| Parte 4 - Discussão..... | 59 |
| 4.1 Limitações do Estudo..... | 66 |

| | |
|---|-----|
| 4.2 Investigações Futuras | 69 |
| Conclusão | 73 |
| Referências Bibliográficas | 75 |
| Anexos..... | i |
| Anexo 1 - Grelha de Correções do Paradigma Caixa-puzzle | iii |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1.1: Taxonomia dos processos imitativos e emulativos (adaptado de Whiten <i>et al.</i> , 2009, pág. 2418)..... | 7 |
| Figura 1.2: Circuitos do SNE ativados na execução-observação de ações em macacos, chimpanzés e humanos. Diferenças de conexões entre a região de espelho frontal, região de espelho parietal, e sulco temporal superior. Ao centro, correspondência de cores das setas: a rosa – sistema de conexões dorsal do SNE, ILF/MLF e SLFIII. A verde- sistema de conexões ventral do SNE entre EmC/ExC. A azul – conexões para com o córtex temporal inferior. A roxo – conexões para com o córtex parietal superior. Legenda de abreviaturas: MLF - fascículo longitudinal medial, ILF – fascículo longitudinal inferior, SLFIII – terceiro ramo do fascículo superior longitudinal, EmC – cápsula extrema, ExC – cápsula externa. Em baixo: correspondência funcional dos circuitos neurocognitivos (adaptado de Hecht <i>et al.</i> , 2013, pág.:4)..... | 14 |
| Figura 1. 3: Representação esquemática dos circuitos neuronais de compreensão e imitação da ação em macacos, chimpanzés e humanos. Identifica-se conexões ventrais (a azul), conexões dorsais (a vermelho), conexões principais temporais (a verde), parietais (a castanho) e pré-frontais (a cinzento). ITC- córtex temporal inferior, LS- sulco lateral, M1-córtex motor primário, MPC- córtex pré-motor medial, PFC- córtex pré-frontal, PMvr- Córtex pré-motor anterior ventral, PrCS- sulco pré-central, PS- sulco principal, SPL- lóbulo parietal superior, STG- giro temporal superior, STS- sulco temporal superior (Adaptado de Mendonza & Merchant, 2014, pág.:81). | 16 |
| Figura 1. 4: Representação esquemática do modelo de Dupla-Rota para a imitação de ações. O processamento de ações familiares ou com significado automaticamente ativam a rota semântica por um mecanismo indireto (“b”). O mecanismo direto é selecionado via memória de trabalho de curto prazo (ST/WM) para imitar ações novas, sem significado, ou quando ações com ou sem significado são demonstradas alternadamente (“a”) (adaptado de Rumiati <i>et al.</i> , 2005, pág. 1421). | 19 |
| Figura 2. 1: caixa-puzzle: caixa transparente (a, c) e caixa opaca (b, d) [figura adaptada de Horner & Whiten (2005), pág.:167]..... | 40 |
| Figura 2. 2: Ações principais: 1) arrastar a defesa superior; 2) empurrar a defesa superior; 3) inserir instrumento no orifício irrelevante; 4) deslizar a porta frontal; 5) levantar porta frontal; 6) inserir instrumento no orifício relevante. | 42 |
| Figura 2.3: Sequência representacional das 6 entradas “two-action defence removal” constituintes do método 1 (à direita) e do método 2 (à esquerda). Em ambos os métodos as três primeiras representações de interação com a caixa correspondem a ações irrelevantes, e as últimas três a ações relevantes [figura adaptada de Horner & Whiten (2005), pág.:168]..... | 44 |

| | |
|---|----|
| Figura 3.1: Média (e erro-padrão) da pontuação total – performance de ações irrelevantes por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental..... | 48 |
| Figura 3.2: Média (e erro-padrão) da pontuação total – performance de ações relevantes por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental..... | 49 |
| Figura 3.3: Média (e erro-padrão) da performance de ação para a entrada 1 por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental..... | 49 |
| Figura 3.4: Média (e erro-padrão) da performance de ação para a n° de toques realizados na entrada1 por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental..... | 50 |
| Figura 3.5: Média (e erro-padrão) da performance de ação para a categoria RDS por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental..... | 51 |
| Figura 3.6: Média (e erro-padrão) da performance da média de ações para a categoria2 entre grupos..... | 52 |
| Figura 3.7: Média (e erro-padrão) da performance de ação para a categoria OR por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental..... | 53 |
| Figura 3.8: Média (e erro-padrão) do quociente de sobreimitação total por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental..... | 54 |
| Figura 3.9: Média (e desvio padrão) do quociente de sobreimitação, diferenças entre grupos para cada método realizado..... | 55 |
| Figura 3.10: Média (e erro-padrão e tendência) do quociente de sobreimitação obtido para os diferentes ensaios..... | 55 |
| Figura 3.11: Média (e erro-padrão) do quociente de fidelidade total por método para cada condição em cada grupo: controlo e experimental..... | 57 |
| Figura 3.12: Média (e erro-padrão) da evolução do quociente de fidelidade ao longo dos três ensaios realizados, pelo grupo de controlo e experimental..... | 57 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Caracterização demográfica dos participantes. | 38 |
|---|----|

Introdução

Em primeira instância a imitação aparenta ser algo simples: copiar corretamente o movimento dos outros, facilmente e sem deliberação. Todavia, a imitação é um processo neurocognitivo importante e intrigante, que se manifesta logo desde o nascimento desempenhando funções cognitivas que vão desde mecanismos de aprendizagem e aquisição de novas competências (Hurley & Chater, 2005). Sendo sugerido que a imitação apresenta uma função dual auxiliando a compreensão do ato ou eventos observados, e desempenhando igualmente uma função social (Uzgiris, 1981). Assim, o processo imitativo potencializa o desenvolvimento cognitivo e social na infância e em diferentes idades, promovendo igualmente empatia, cooperação e bem-estar nas relações estabelecidas com o próximo, servindo como um canal condutor evolucionário de propagação da herança cultural e transmissão de informação entre gerações (Hurley *et al.*, 2005; Carpenter, 2006; Heys, 2009).

Na literatura são encontrados dados sistemáticos que sustentam a ideia de que crianças com Perturbação do Espectro do Autismo (PEA) apresentam défices em tarefas imitativas (Williams, Singh & Whiten, 2004). Este défice parece estar confinado à imitação de gestos novos ou sem significado (Carmo, Rumiati, Siugzdaite & Brambilla, 2013) e tem sido sugerido que a preservação da imitação de gestos com significado ou direcionados a um objeto se deve à ativação de representações em memória ou à emulação do gesto (isto é, a aplicação de estratégias pessoais de resolução de problemas) (Williams *et al.*, 2004).

Em indivíduos neurotípicos tem sido descrito na literatura um fenómeno designado por sobreimitação, definido como uma imitação com elevada fidelidade ao ponto de se imitar ações irrelevantes à custa de eficiência na resolução (Horner & Whiten, 2005; Lyons, Young & Keil, 2007; Lyons, Damrosch, Lin, Macris & Keil, 2011). Este fenómeno parece ocorrer independentemente de haver ou não informação causal sobre as ações realizadas para com os objetos (tanto em objetos opacos sem acesso causal visual ao seu interior, como objetos transparentes cuja disponibilidade visual permite um acesso visual à irrelevância das ações demonstradas) (Horner & Whiten, 2005; McGuigan, Whiten & Makinson, 2011). Dois estudos recentes

debruçam-se sobre este fenómeno em crianças com PEA e os resultados contradizem-se (Marsh, Pearson, Ropar & Hamilton, 2013; Nielsen, Slaughter, & Dissanayake, 2013). Sendo que nenhum testa diretamente a disponibilidade visual de informação causal.

Pretende-se com este estudo investigar a presença ou não de um padrão de sobreimitação em indivíduos adultos com PEA, verificando se demonstram a mesma tendência em imitar com elevada fidelidade as ações demonstradas ou se optam por uma estratégia, mais eficiente, de emulação (alcançar o mesmo objetivo por meios diferentes) em situações em que irrelevância da ação demonstrada pode ser percebida (com acesso visual) ou não (sem acesso visual).

A primeira parte desta dissertação consiste no enquadramento teórico. Inicialmente contemplará uma abordagem contemporânea da imitação: a sua importância enquanto função cognitiva, sendo explorado os substratos neuronais e modelos neurocognitivos sugeridos como suporte a este processo. Seguindo-se uma exploração dos estudos do fenómeno de sobreimitação. Finalmente estas temáticas serão relacionadas com a população em estudo, isto é imitação e sobreimitação na perturbação do espectro do autismo.

Na segunda parte é descrito o estudo empírico realizado. A amostra foi constituída por dois grupos: o primeiro composto por participantes adultos neurotípicos (N=24, 18-52 anos de idade), e o segundo composto por participantes adultos com diagnóstico de PEA (N=20, 19-52 anos de idade), equiparados em idade cronológica, anos de escolaridade e raciocínio não verbal. Foi aplicado o paradigma de Horner e Whiten (Horner & Whiten, 2005; McGuigan, Whiten, Flynn & Horner, 2007) que permite analisar a imitação de ações causalmente irrelevantes em duas condições, a primeira em que a causalidade de ação pode ser percebida (através de um objeto-puzzle transparente), e a segunda em que a causalidade da ação não pode ser percebida (objeto-puzzle opaco).

Na terceira parte serão sistematizados os resultados da performance dos grupos no paradigma experimental. E, no último capítulo serão discutidos os resultados obtidos, e de que modo estes se articulam com os modelos neurocognitivos de suporte à imitação e sobreimitação, bem como se enquadram perante os resultados contraditórios sobre o fenómeno sobreimitativo, previamente descritos para esta população.

A presente dissertação, inserida num âmbito disciplinar do Mestrado em Ciência Cognitiva, converge de dados de cognição comportamental, psicologia cognitiva e

social, e modelos da neurociência cognitiva. E, é realizada com o objetivo de compreender e melhor caracterizar os défices imitativos que são descritos na literatura para indivíduos com PEA, e perceber se se observa ou não o fenómeno de sobreimitação.

Parte 1

Estado de Arte

1.1. Abordagem contemporânea da Imitação

Apesar da variedade de definições do termo imitação (muitas vezes referido de imitação motora) este apresenta duas conotações em que é comumente usado. Por um lado a imitação pode ser definida como a capacidade de um indivíduo replicar um ato motor observado, onde a percepção do observador sobre o comportamento do demonstrador induz um comportamento semelhante, não sendo necessariamente este comportamento gerado a um nível consciente pelo observador (Prinz, 2002). Por outro lado, a imitação pode ser definida como a capacidade de adquirir e repetir por observação um novo comportamento motor, usando os mesmos movimentos executados pelo demonstrador (Tomasello, Carpenter, Call, Behne & Moll, 2005). Estas diferenças

na automaticidade e processamento da imitação vão de encontro à distinção que foi previamente destacada por Byrne e Russo (1998) que diferenciam dois níveis distintos de imitação: uma ao nível de ação e outra ao nível de programação. Em ambos os casos a imitação requer a capacidade de transformar informação perceptual numa replicação motora.

A imitação ao nível da ação desempenha uma função “voluntária” de interação e comunicação social. No entanto não há um processamento consciente das ações realizadas pelo demonstrador, sendo realizada através de um processo cognitivo mais simples de suporte ao “social mirroring” ou “mimicry” que não requer a aprendizagem de novos padrões motores de ação (Byrne, 2005). Já a imitação ao nível de programação está associada a processos de aprendizagem de ações que não existem previamente no nosso repertório motor (Byrne, 2005), ou ao mecanismo de cópia e replicação de ações não diretamente observáveis, mas inferidas através de uma análise hierarquicamente superior das componentes de ação e objetivos da ação do demonstrador (Rizzolatti, Fadiga, Fogassi & Gallese, 2002), com representação mental do resultado desejado e intenção do demonstrador pelo sujeito imitador. Perante a ação observada, no processo imitativo, a resposta gerada pode ser reproduzida através da reconstrução própria e individual de ações presentes no repertório motor do ator, ou seja a imitação pode conter uma forte componente emulativa, isto é, uma reprodução do objetivo final de uma ação pelos meios próprios do observador (Csibra, 2007).

Na definição de emulação e imitação, segue que a perceção da informação sobre as relações causais são importantes para a emulação, e não são tão fundamentais para a imitação (Want & Harris, 2001; Horner & Whiten, 2005), distinguindo-se de outras formas de aprendizagem social pela consideração da técnica comportamental do modelo a atender. De fato, a taxonomia destes processos está associada à aprendizagem social relativamente à cópia de ações observadas/demonstradas (ver figura 1.1). Nesta distinção a imitação pode então ser definida como copiar a forma de execução de uma ação, a qual pode ir para além de uma cópia corporal, e incluir o uso de ferramentas e objetos (Whiten, Horner, Litchfield, & Marshall-Pescini, 2004). Sendo que quando ato a imitar não está presente no repertório motor do ator, isto é copiar uma ação nova ou uma ação improvável estamos perante um processo de aprendizagem imitativa (Whiten, Mcguigan, Marshall-Pescini & Hopper, 2009). Na emulação o observador deve conectar as diferentes ligações entre informação causal e a tarefa, de forma a atingir o mesmo

resultado mas por um método diferente (Horner & Whiten, 2005). Diferenciando-se da imitação que requer apenas que o observador reproduza as ações do modelo com um nível de fidelidade suficiente para recriar o resultado desejado sem ter que analisar completamente as relações causais envolvidas.

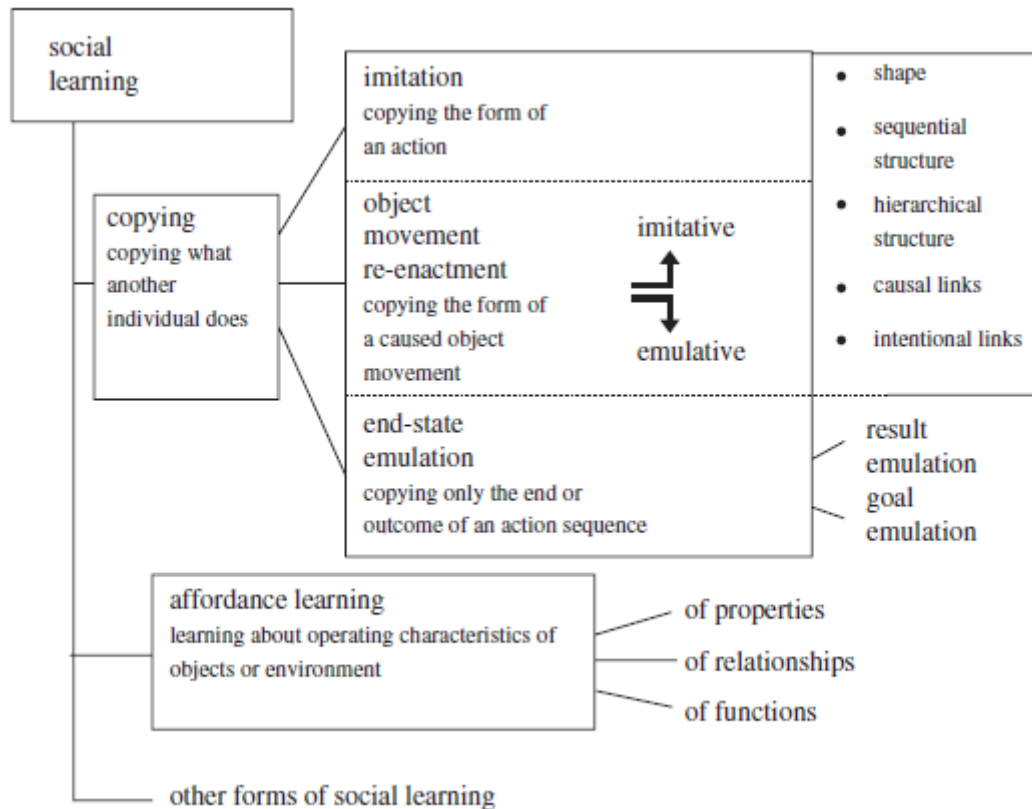


Figura 1. 1: Taxonomia dos processos imitativos e emulativos (adaptado de Whiten *et al.*, 2009, pág. 2418).

Emulação refere-se então a um processo diversificado que pode estar associado à “re-encenação” do uso do objeto previamente demonstrado (Custance, Prato-Previde, Spiezio, Rigamonti, 2006), onde existe um contínuo da ação corporal e movimento encenado, conjuntamente com o manuseamento e resultado do uso do objeto (Whiten *et al.*, 2004). Neste contínuo a imitação e a emulação estão em extremos opostos, distinguindo-se neste a imitação que está mais associada às características imitativas de cinemática corporal. (Gowen, 2008, Whiten *et al.*, 2009). Por sua vez, a emulação do estado-final considera o objetivo da ação demonstrada, onde o mesmo resultado é

atingido por uma via diferente da demonstrada. Sendo importante referir que um modelo pode imitar uma ação observada, mesmo sendo capaz de a emular (Whiten *et al.*, 2009). Imaginemos uma situação em que algo (pessoa, um vídeo, etc.) nos demonstra uma sequência de ações que nos permitem obter de uma caixa um determinado objeto. Após tal, na realização da mesma tarefa poderíamos então (i) replicar e executar as mesmas ações observadas, isto é imitar; ou então (ii) optar obter objeto que está na caixa, mas executando um conjunto de ações diferentes das observadas, atingindo contudo o mesmo resultado final, isto é emular.

Finalmente é importante salientar a existência de “*affordances*”, termo inicialmente utilizado por Gibson (1978), definido como a aprendizagem associada às propriedades do objeto e do ambiente, que podem influenciar o desempenho imitativo/emulativo do ator na tarefa observada (Norman, 1999; Whiten *et al.*, 2009). As “*affordances*” do contexto físico podem incluir propriedades como claridade, acesso visual relações entre objetos ou funções de uso do objeto (em que é que o objeto é usado normalmente ou tem potencial para ser utilizado) (Klein & Zentall, 2003). Ao reconhecer estas propriedades do objeto o observador explora dentro do seu repertório motor estratégias que podem ou não ir de encontro às ações observadas, mas não por um processo imitativo (Whiten *et al.*, 2009).

Os estudos sobre a temática da imitação já são conduzidos há mais de um século, no entanto começaram a ganhar um novo interesse para a investigação há cerca de 15 anos com estudos relacionados com neurocognição. Mais concretamente, destaca-se a descoberta do sistema de neurónios espelho (SNE, rede neuronal envolvida tanto na execução como na observação de ações) (Rizzolatti, Fadiga, Gallese & Fogassi, 1996a) e da imitação automática (Sturmer *et al.*, 2000). Os neurónios espelho foram inicialmente identificados no cérebro de macacos (Rizzolatti *et al.*, 1996), demonstrando-se que um conjunto de neurónios da área F5 do córtex pré-motor dos macacos era ativado tanto na execução como na observação de tarefas de ações manuais correspondentes, sendo igualmente identificados no lobo parietal inferior (Rizzolatti *et al.*, 1996; Gallese, Fadiga, Fogassi & Rizzolatti, 1996).

Os estudos que suportaram da existência de um SNE análogo ao dos macacos em humanos e o seu mapeamento realizaram-se por técnicas de neuroimagem (p.e. ressonância magnética funcional ou tomografia por emissão de positrões) em diversos

paradigmas experimentais. O SNE humano situa-se no lóbulo parietal inferior (IPL, “*inferior parietal lobe*”), córtex ventral pré-motor e no giro frontal inferior, área 44 de Brodmann (IFG, “*inferior frontal gyrus*”) (Rizzolatti & Craighero, 2004, Hamilton, 2008), correspondendo a regiões que são robustamente ativadas quando as ações são desempenhadas, imaginadas, observadas, planeadas (Hamilton, 2008), e imitadas (Buccino, Binfoski & Riggio, 2004a; Hamilton, 2008; Iacoboni, 2009). Destaca-se igualmente a região compreendida desde sulco lateral occipital ao longo giro temporal medial até ao sulco temporal superior (MTG, “*medial temporal gyrus*”) que é robustamente ativada em tarefas de observação de ações e é igualmente modulada pela performance motora (Hamilton 2008), sendo identificados neurónios espelho no giro cingulado e ínsula anterior, base intimamente associada à empatia (Gallese, Keysers & Rizzolatti, 2004). Sendo sugerido que o SNE espelho é ativado não só pela observação/realização de ações (não necessariamente dependentes da memória, isto é, são ativados em ações novas não presentes no repertório motor) (Buccino *et al.*, 2004a, Binfoski, Buccino, Zilles & Fink, 2004), como também são ativados perante a estimulação auditiva (exemplo na audição de sons musicais previamente escutados) (Molnar-Szakacs & Overy, 2006; La Bel, Pineda & Sharma, 2009; Marshall & Melyzoff 2011).

Em humanos, este sistema, desempenha funções fundamentais no controlo de ações, correspondência observação /execução motora (por exemplo sendo necessário na realização de ações manuais visualmente guiadas por um objetivo como usar um garfo para comer), como também assume funções de resposta tipo espelho perante a dor, aversão, e toque, fundamentais para a empatia (La bel *et al.*, 2009, Iacoboni, 2009). O espectro de ativação dos neurónios espelho varia, sendo alguns neurónios apenas ativados na observação/execução de um tipo específico de ação, conceptualizando-se que a sua ativação gera a representação de um estado interno de ação que pode ser usado em diversas funções incluído reconhecimento e compreensão motora de ações e imitação (Rizzolatti & Sinigaglia, 2010).

Considerando as propriedades combinadas entre observação e execução os neurónios espelho assumem-se como uma das principais componentes da rede neuronal de suporte à imitação (Iacoboni & Dapretto, 2006; Iacoboni, 2009). Este suporte neuronal à imitação envolve então uma complexa relação entre o funcionamento do SNE e os diferentes mecanismos de suporte, bem como a relação com diferentes regiões

neuronalis com funções que não estão exclusivamente associadas à imitação, mas que são fundamentais para este processo. Assim, evolução das áreas corticais motoras está correlacionada com o desenvolvimento cognitivo, participando o córtex motor em diversas funções como cognição espacial, aprendizagem motora, transformação sensoriomotora, preparação e execução de sequência de movimentos, percepção e tomada de decisão (Mendonza & Merchant, 2014). Estando as áreas corticais pré-motoras e o córtex motor primário também associados a processos de memória perceptual e motora, tal como codificação e retenção de informação sensorial e direcional em memória sobre o movimento observado, necessária para o planejamento e execução do comportamento a realizar (Romo & de Lafuente, 2013; Mendonza *et al.*, 2014). Em adultos neurotípicos os processos gerais executivos associadas ao lóbulo frontal medeiam a inibição, a memória de trabalho e as sequências de processo em tarefas não sociais, estando igualmente envolvidos na regulação da performance imitativa automática (Rumiati, Carmo & Corradi-Dell'Acqua, 2009, Leeuwen, van Baaren, Martin, Dijksterhuis & Bekkering, 2009). De fato, verifica-se em pacientes com lesão no lóbulo frontal uma manifestação frequentemente de ecopraxia (i.e. repetição ou imitação involuntária da ação observada) (Brass, Derrfuss, Matthes-von Cramon, & Cramon, 2003).

A aparente facilidade do processo imitativo humano não é de todo evidente se consideramos então as relações de transformação neurocognitivas que o têm de suportar, para garantir uma imitação bem sucedida. Duas questões importantes surgem: Como pode um indivíduo saber o que imitar? E, como imitar? Endereçado a estas questões, o SNE não parece ser por si só suficiente para justificar os diferentes níveis de imitação identificados, desde imitação automática (a qual pode ser despercebida para o imitador), até imitação voluntária em processos de aprendizagem. Como é que o sistema neurocognitivo de A traduz o movimento observado de B numa ação correspondente, isto é num comportamento que na para a perspectiva de um terceiro observador A seja igual a B. A investigação conduzida em SNE, imitação automática e modelos neurocognitivos de suporte a processos imitativos, mostrarão que percepção de ação e produção de ação estão intimamente relacionadas, sendo difícil por vezes a sua diferenciação (Heyes, 2009, 2011). Pois mesmo quando não tencionamos imitar, a percepção da ação ativa as mesmas estruturas neuronais (áreas de espelho) e estruturas representacionais (representações partilhadas, códigos comuns) que estão envolvidos no na produção da ação percebida (Heyes, 2009). Tal sugere que a percepção e a

execução de ações dependem do mesmo sistema, e o impulso e potencial para produzir a imitação pode ser gerado não só quando quero imitar, como também quando observo o comportamento de outra pessoa (Sturmer *et al.*, 2000, Heyes, 2011).

Heyes (2009) sugeriu então distinguir entre mecanismos de correspondência e de controlo diretamente associados os quais se apresentam como mecanismos neurocognitivos que possibilitam a imitação; de mecanismos de cooperação e de herança cultural enquanto mecanismos relevantes numa perspetiva funcional, isto é, intimamente ligados às funções da imitação. Assim, é sugerido que para o modo como o sistema neurocognitivo traduz o movimento observado numa ação/comportamento semelhante (mecanismo de correspondência) mesmo em situações em que não temos a intenção de imitar a perceção da ação ativa as mesmas estruturas bimodais neurais (neurónios espelho) e representações (codificações comuns, representações partilhadas) que estão envolvidas na produção da ação percecionada (Rumiati *et al.*, 2009; Heyes, 2009, 2011), podendo estas estruturas bimodais converter o ato observado num ato motor por mecanismos de aprendizagem sensoriomotora, não estando condicionadas a uma atividade inata destas estruturas, bem como a sua atividade que integra processos imitativos, não está limitada aos mesmos, devendo ser considerada como parte de um sistema visuomotor e de processamento complexo (Heyes, 2009, 2011).

Nos mecanismos de controlo da imitação, cada episódio de imitação implica um processo cognitivo controlado necessário para assegurar que o comportamento imitativo é o objetivo direto e não uma resposta compulsiva (Heyes, 2009). Sendo relevante a existência de mecanismos putativos envolvidos na imitação de diferentes tipos de gestos (como por exemplo: transitivos vs. intransitivos; ações relevantes vs. irrelevantes; novos vs. familiares), existência de objetivos durante a imitação ou da parte do corpo utilizada na imitação, que são determinantes sobre qual a estratégia neurocognitiva de controlo a realizar (Rumiati *et al.*, 2009). Nestes mecanismos destacam-se duas estruturas corticais, que estão igualmente envolvidas na atribuição de estados mentais a outros: a junção temporoparietal importante na distinção da ação do próprio agente da realizada pelo modelo, e o córtex frontomedial anterior que permite reforçar a intenção da ação do agente quando esta está em conflito com uma resposta imitativa elícita (Brass, Ruby & Spengler, 2009), estas áreas são especialmente importantes na interação social. Processos de função executiva que medeiam a inibição, memória de trabalho, e processamento sequencial em tarefas não sociais também estão envolvidos na regulação

da performance imitativa (Rumiati *et al.*, 2009, Heyes, 2009). O controlo da imitação é então relevante não só em processos de imitação voluntária e consciente, como também em situações em que o controlo pode estar mais limitado como nos processos automáticos de imitação, desempenhando em ambos um papel cognitivo complexo como também uma função social com efeitos ao nível do comportamento cooperativo (Heyes, 2009).

A capacidade imitativa é identificada em diferentes primatas, diferindo entre diferentes espécies, o que permite explorar possíveis diferenças nos mecanismos neurocognitivos entre espécies, bem como na correspondência funcional da imitação. É reportado que os macacos conseguem reproduzir parte dos movimentos demonstrados em ordem de obter uma recompensa de uma caixa, com ou sem uso de um instrumento auxiliar, emulando as ações transitivas, mas tendo uma performance empobrecida em tarefas imitativas de ações intransitivas (Custance *et al.*, 2006, Hetch, Gutman, Preuss, *et al.*, 2013). Por sua vez, os chimpanzés conseguem imitar e emular ações direcionadas para um objeto na obtenção de recompensa com elevada eficiência (Horner & Whiten, 2005, Whiten *et al.*, 2009), bem como imitar expressões faciais (incluindo movimento da língua e da boca), apresentando piores performances em tarefas de imitação corporal tipo “faz o que eu faço” (Mendonza & Merchant, 2014).

A capacidade parcialmente limitada para a imitação de ações de espécies primatas não humanas contrasta com humanos (Custance *et al.*, 2006; Horner & Whiten, 2005; Mendonza & Merchant, 2014) que desde o nascimento desenvolvem um conjunto de capacidades sensoriomotoras e sociais através da imitação de ações, estando em certas circunstâncias a imitação excessivamente desenvolvida na sua manifestação pondo em causa a eficiência da tarefa, como é o caso do fenómeno de sobreimitação (Horner *et al.*, 2006; McGuigan, Whiten, Flynn, Horner, 2007; Lyons *et al.*, 2007, 2011), onde é proposto que as crianças humanas aprendem com frequência padrões motores complexos sem um claro acesso à informação causal dos objetos (por exemplo: objetos sem acesso visual), representando este enviesamento para a imitação excessiva com elevada fidelidade uma vantagem estratégia “copiar tudo, refinar/corrigir depois” (Whiten *et al.*, 2009) Estas características sugerem que os humanos conseguem extrair mais informação da ação observada, com maior precisão para os detalhes comparativamente a primatas não humanos, especialmente macacos (Mendonza & Merchant, 2014).

A comparação do sistema de neurónios espelho através de imagem de difusão por ressonância magnética permite identificar algumas diferenças na conectividade nos circuitos deste sistema em macacos, chimpanzés e humanos. Hecht e colaboradores (2013) identificaram nos macacos e nos chimpanzés um circuito com preponderância de conexões entre a zona frontotemporal via cápsulas externas e extremas. Contrastando com o circuito em humanos que apresenta uma maior conexão das áreas frontoparietal com os fascículos mediais/inferiores longitudinais e do ramo terciário do fascículo longitudinal superior. Acresce-se que em humanos e chimpanzés, mas não em macacos, este circuito inclui conexões como o córtex temporal inferior; e apenas em humanos se identificou conexões com o córtex parietal superior, com um aumento progressivo entre macacos e chimpanzés, e chimpanzés e humanos do ratio conexões dorsais versus ventrais (Hetch, Gutman, Todd, Sanchez, Parr & Rilling, 2013) (ver figura 1.2).

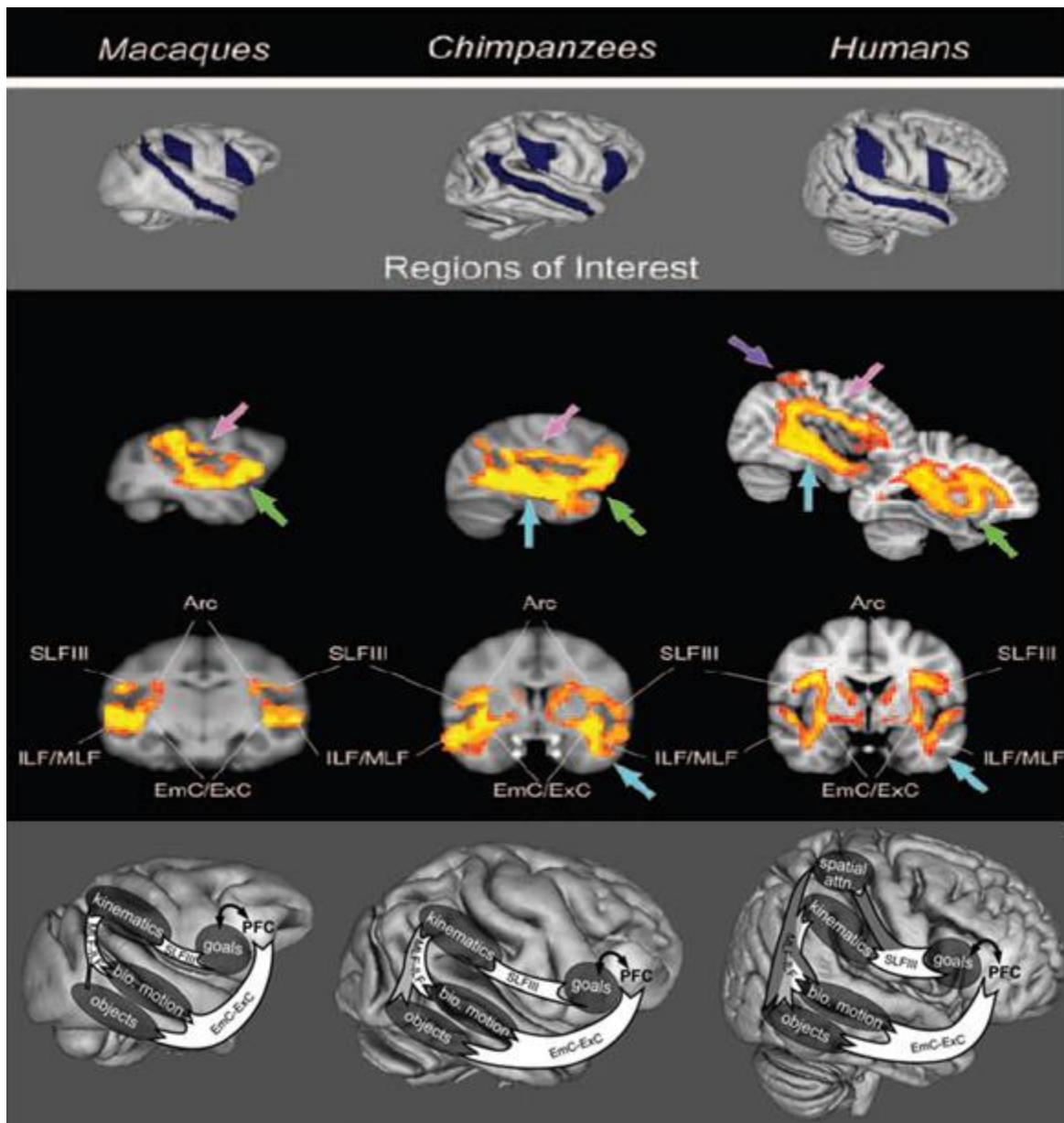


Figura 1.2: Circuitos do SNE ativados na execução-observação de ações em macacos, chimpanzés e humanos. Diferenças de conexões entre a região de espelho frontal, região de espelho parietal, e sulco temporal superior. Ao centro, correspondência de cores das setas: a rosa – sistema de conexões dorsal do SNE, ILF/MLF e SLFIII. A verde- sistema de conexões ventral do SNE entre EmC/ExC. A azul – conexões para com o córtex temporal inferior. A roxo – conexões para com o córtex parietal superior. Legenda de abreviaturas: MLF - fascículo longitudinal medial, ILF – fascículo longitudinal inferior, SLFIII – terceiro ramo do fascículo superior longitudinal, EmC – cápsula extrema, ExC – cápsula externa. Em baixo: correspondência funcional dos circuitos neurocognitivos (adaptado de Hecht *et al.*, 2013, pág.:4).

As diferentes conexões qualitativas e quantitativas encontradas no circuito frontal, parietal e áreas temporais podem suportar algumas das diferenças na habilidade imitativa de ações nestas diferentes espécies, sendo que uma rede alargada de conexões e diferentes áreas associativas também suporta a elevada capacidade para a compreensão de ações e imitação do ato observado especialmente em humanos (Hecht *et al.* 2013, Mendoza & Merchant, 2014). Assim, em humanos e em chimpanzés é possível identificar no circuito ativado conexões robustas para a área temporal inferior e medial, que está associado ao reconhecimento do objeto e ferramentas (seta azul, figura 1.2). Apenas em humanos se identificam conexões no circuito para com o córtex parietal superior (seta roxa, figura 1.2), região que está associada à atenção espacial de características cinestésicas da ação do outro, particularmente importante durante o uso de ferramentas (Goldenberg, 2009, Hetch *et al.*, 2013).

Quantitativamente em macacos as conexões frontotemporais (via cápsulas externas/extremas) superam as conexões tempoparietais e frontoparietais (via fascículos longitudinais mediais e inferiores e terceiro ramo do fascículo longitudinal superior), comparativamente aos chimpanzés (Hecht *et al.*, 2013). O que pode produzir um circuito que espelhe mais facilmente o produto ou o objetivo das ações, e menos as características cinestésicas das ações (Beauchamp & Martin, 2007; Goldenberg, 2009, Hetch *et al.*, 2013), constituindo um enviesamento para a emulação do gesto. Sendo sugerido que os humanos conseguem extrair mais informação da ação observada, com maior precisão para os detalhes comparativamente a primatas não humanos, especialmente macacos, apresentando conexões um maior equilíbrio no número de conexões frontotemporais, tempoparietais e frontoparietais nos humanos que nos chimpanzés, o que pode enviesar uma resposta para a imitação, por uma ativação em espelho para com o processo ou as características cinestésicas da ação observada (Hecht *et al.*, 2013; Mendonza & Merchant, 2014) (figura 1.3).

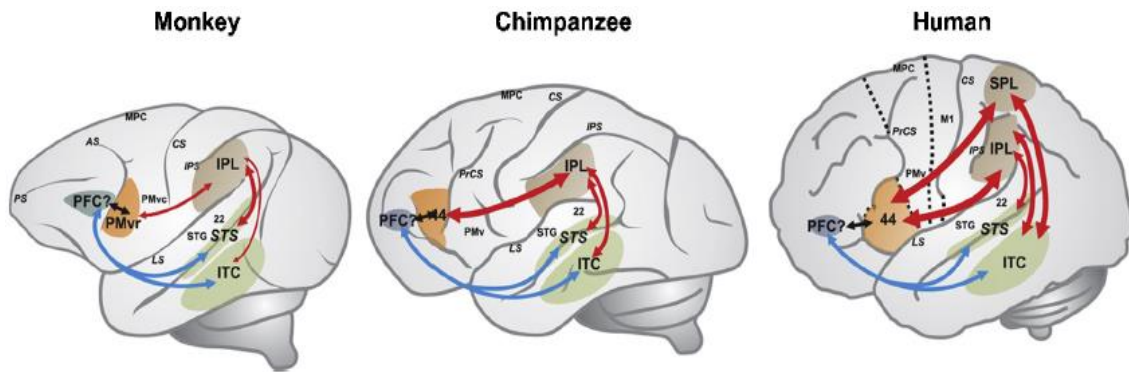


Figura 1. 3: Representação esquemática dos circuitos neuronais de compreensão e imitação da ação em macacos, chimpanzés e humanos. Identifica-se conexões ventrais (a azul), conexões dorsais (a vermelho), conexões principais temporais (a verde), parietais (a castanho) e pré-frontais (a cinzento). ITC- córtex temporal inferior, LS- sulco lateral, M1- córtex motor primário, MPC- córtex pré-motor medial, PFC- córtex pré-frontal, PMvr- Córtex pré-motor anterior ventral, PrCS- sulco pré-central, PS- sulco principal, SPL- lóbulo parietal superior, STG- giro temporal superior, STS- sulco temporal superior (Adaptado de Mendonza & Merchant, 2014, pág.:81).

1.2. Modelos Neurocognitivos da Imitação

Têm sido propostos alguns modelos que tentam explicar o fenômeno imitativo, sendo possível distinguir modelos baseados em mecanismos únicos de imitação, i.e. suportados por uma única via; ou duais, que defendem a existência de duas vias neurocognitivas de suporte à imitação. Da corrente de modelos únicos destaca-se o modelo GOADI (“*Theory of goal-directed imitation*”) que prediz que o ato imitativo é guiado por objetivos hierarquicamente organizados (Bekkering, Wohlshager & Gattis, 2000). Este modelo prevê que o ato observado é cognitivamente decomposto em objetivos menores, e o nível de imitação está dependente da compreensão do objetivo, onde o imitador seleciona quais as componentes estruturais a imitar, sejam: o objeto ou seu uso, o agente ou sobre as características cinestésicas do movimento (velocidade, arco de movimento, trajeto). De fato, é sugerido que quando a demonstração não tem um objetivo claro, os seres humanos tendem a copiar as características cinestésicas da ação observada (Bekkering *et al.*, 2000, Gowen, 2008). Os objetivos são então cognitivamente decompostos e estruturalmente específicos em função da ação, no qual o hierarquicamente melhor posicionado torna-se no objetivo primário de imitação pelo imitador.

Um modelo de via única alternativo foi proposto por Heyes (2001): modelo ASL de imitação (“*Associative Sequence Learning Model*”) sugerindo a capacidade imitativa é um resultado de um processo associativo de aprendizagem, gerado por uma codificação conjunta entre percepção e ação, sendo as associações existentes entre as representações mentais e motoras moldadas pela experiência. Ou seja a eficiência imitativa de uma pessoa está então dependente das suas experiências passadas, e de uma eficaz relação visuomotora do ato observado. Este modelo postula que cada ação representada é composta por duas representações distintas: uma que codifica a ação visual e outra referente à informação sensoriomotora e comandos motores.

Algumas das críticas apontadas as teorias de mecanismos únicos surgem perante a dificuldade destes explicarem os resultados contraditórios na imitação de diferentes tipos de ações. Assim, não explicam satisfatoriamente a diferença na imitação de gestos/ações conhecidas e bem treinadas de gestos/ações novas e sem significado, tanto em sujeitos neurotípicos como em sujeitos com história clínica de lesão neuronal

(Rumiati *et al.* 2009). O que conduziram ao desenvolvimento de teorias de mecanismos duplos, as quais descrevem duas rotas principais de imitação, suportadas por diferentes mecanismos neuronais.

Assim, Rumiati & Tessari (2002) sugeriram que o modelo GOADI deveria ser incorporado no modelo duplo para a reprodução de ações, onde o conteúdo da ação é determinante sobre qual a via a ser ativada. O Modelo de Dupla-Rota postula a existência de dois mecanismos neuronais de suporte à imitação. Por um lado, uma via indireta que recorre à memória semântica de longo prazo com acesso ao repertório de ações motoras previamente aprendidas, que está mais associada à emulação de ações e imitação de ações familiares ou bem treinadas (Rumiati & Tessari, 2002), com ativação de áreas pertencentes ao feixe ventral (Rumiati, Weiss, Tessari, Assmus, Zilles, Herzog & Fink 2005). Por outro lado, uma via direta que recorre à memória de trabalho de curto prazo, associada à imitação de ações sem significado ou gestos novos envolvendo processos de ativação visuoespacial (Rumiati & Tessari, 2002), com ativação de áreas pertencentes ao feixe dorsal (Rumiati *et al.*, 2005). Resultados encontrados em participantes saudáveis revelaram que as ações familiares com significado eram imitadas com melhor performance e precisão que ações novas sem significado atribuído; em contraste ações sem significado, as quais não apresentam um objetivo conhecido guardado no histórico de repertório motor, só são possíveis de realizar recorrendo à via direta, por um *bypass* do processamento semântico, com grande exigência para a memória de trabalho de curto prazo (Rumiati & Tessari, 2002; Rumiati, Weiss, Tessari, Assmus, Zilles, Herzog & Fink, 2005) (figura 1.4).

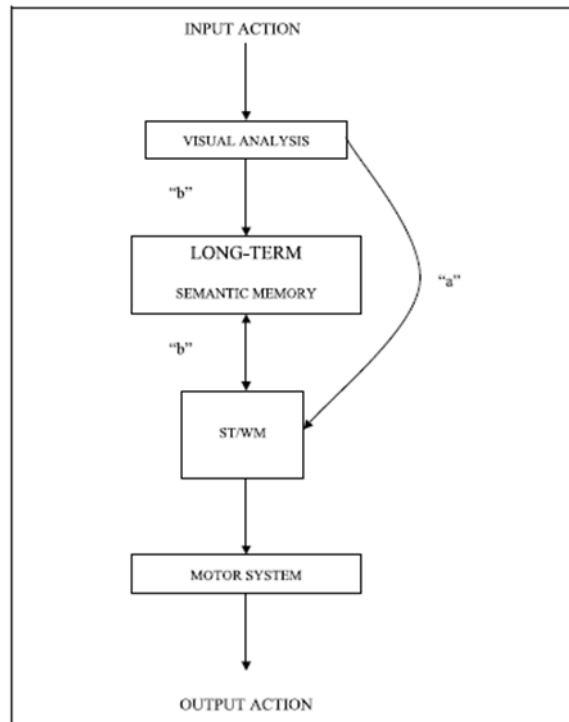


Figura 1. 4: Representação esquemática do modelo de Dupla-Rota para a imitação de ações. O processamento de ações familiares ou com significado automaticamente ativam a rota semântica por um mecanismo indireto (“b”). O mecanismo direto é selecionado via memória de trabalho de curto prazo (ST/WM) para imitar ações novas, sem significado, ou quando ações com ou sem significado são demonstradas alternadamente (“a”) (adaptado de Rumiati *et al.*, 2005, pág. 1421).

Evidência de suporte ao modelo de Dupla-Rota está descrita em estudos experimentais com jovens adultos (Tessari & Rumiati, 2004; Rumiati *et al.*, 2005) e em pacientes com apraxia (Tessari, Canessa, Ukmar & Rumiati, 2007). Sendo sugerido que à exceção de casos de danos neurológicos a imitação num humano é sempre estratégica, pelo menos no sentido que o processo executivo determina quando é que as ações observadas são processadas via larga escala, representações semânticas da ação, ou como uma série de fragmentos relativos de ação sem significado causal (Rumiati *et al.*, 2009).

Um segundo modelo de dupla via proposto sobre os diferentes tipos de imitação comportamental é o EP-M (“*Emulation and Planning - Mimicry*”), o qual tenta explicar teoricamente o modo como as diferentes regiões do SNE podem contribuir para a realização de ações, segmentando o SNE em duas rotas distintas, postulando a existência de uma via indireta EP envolvida em processos de emulação e outra via

direta: M envolvida em processos de imitação (Hamilton, 2008). As bases provenientes da formação do modelo são a informação prévia existente (como por exemplo: modelos propostos semelhantes: Dupla-Rota), associado a estudos comportamentais e de neuroimagem do SNE e a em crianças e adultos com PEA que sugere uma capacidade preservada para a compreensão de objetivos e emulação de ações, havendo um possível déficit seletivo na imitação de ações sem objetivos (Hamilton, Brindley & Frith, 2007; Hamilton, 2008). Tal é incompatível com a teoria do espelho partido, uma vez que pressupõem que uma disfunção global no SNE iria cognitivamente e globalmente afetar a performance de ações direcionadas para objetivos, imitação de ações, e a compreensão de objetivos de ações demonstradas, bem como estar na base de um processamento deficitário emocional e numa empobrecida teoria da mente (Williams *et al.*, 2006; Dapretto *et al.*, 2006; Ramachandran & Oberman, 2006).

Apesar do SNE ser ativado em diferentes funções e processamentos como dor, empatia, toque, o modelo EP-M centra-se nas regiões funcionalmente ativadas nos processos de observação, execução e codificação de ações, isto é zonas IFG (giro frontal inferior), IPL (lobo parietal inferior) e MTG (giro temporal medial) (Buccino, Binkofski & Riggio, 2004A, Hamilton, 2008). Assim, Hamilton (2008) destaca três regiões requeridas no processo de realização de ações: MTG nó que providencia a representação visual de baixo nível e parâmetros cinemáticos das ações observadas; IPL que providencia uma representação mais abstrata do objetivo da ação observada; e o IFG nó que providencia a representação motora dos parâmetros cinéticos observados, em preparação para a ação a imitar. Estas vias em conjunto capacitam os humanos da habilidade para planejar e realizar complexas ações manuais guiadas pela observação; de imitar as ações de outra pessoa e de perceber o significado dessa ação. A importância do modelo EP-M é que a imitação ocorre em dois processos diferentes. A representação visual da ação observada (no MTG) é usada para inferir o objetivo ou significado da ação (no IPL). Este processo de inferência do objetivo é uma componente chave do comportamento emulativo e requer a rota E. Após obtenção da representação do objetivo dá-se o planeamento de ação, pela rota P, o qual pode ou não ser semelhante à ação observada. A ação planeada é representada (no IFG) em termos dos seus parâmetros motores. Ao contrário da via EP que recorra a duas fases, a via M possibilita a imitação através de uma codificação direta associativa entre o *input* visual e *output* motor, sem interpretação abstrata da ação observada; havendo uma associação imediata

entre a representação das características cinestésicas visuais observadas (no MTG) com a representação motoras dessas mesmas características (no IFG), realizadas diretamente pela via M (Hamilton, 2008) (ver representação esquemática na figura 1.5).

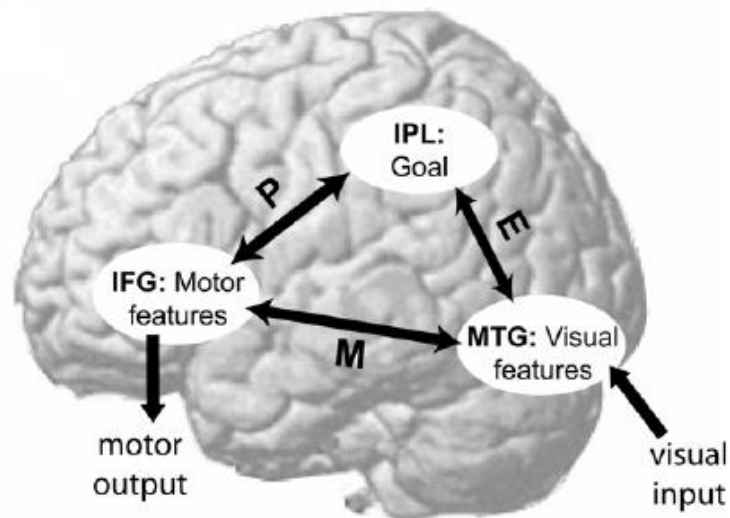


Figura 1.5: Modelo EP-M (“*Emulation Process- Mimicry*”). Via M - conexão direta entre IFG (giro frontal inferior) com MTG (giro temporal medial). Via EP - conexão indireta entre IFG e MTG via IPL (lóbulo parietal inferior) (adaptado de Hamilton, 2008, pág.:10).

Estudos conduzidos na PEA reportaram dificuldades em crianças na imitação de ações sem significado, mantendo preservada a capacidade de imitação de ações direcionadas para objetivos (Hamilton *et al.*, 2007), com realização de erros de perspectiva em tarefas de imitação de ações sem significado, e com dificuldades na realização de ações em tarefas que apresentam uma lista que mistura ações com diferentes tipos de relevância (Hamilton, 2008, Rogers *et al.*, 2010). Salientando que resultados em adultos neurotípicos sugerem que o processamento de uma lista de ações composta alternadamente por ações relevantes e irrelevantes é neurocognitivamente tratado como um bloco sequenciado de ações irrelevantes (Tessari & Ruimiati, 2004). Sendo reportado resultados comportamentais e de atividade neuronal normal para a imitação de tarefas direcionadas para um objetivo na PEA, o que não é compatível com

a teoria do espelho partido, que postula uma disfunção global deste sistema para esta população.

O modelo EP-M defende a existência de duas vias em que a ação pode ser processada com preservação do processamento de resposta emulativo (Hamilton, 2008) onde há uma capacidade de obter conhecimento teleológico do objetivo e da relevância da ação (Csibra, 2007), contrastante com uma dificuldade na performance de tarefas de imitação automática, que implicam uma cópia do estilo e das características cinemáticas da ação, ou na imitação de ações sem significado (Hamilton, 2008) novas e não familiares (Carmo *et al.*, 2013). Opondo-se a um déficit global na imitação. Assim, ações familiares ou com significado são conectadas com uma informação semântica existente, e representações do conhecimento de ação já presentes no repertório motor (Vivanti & Hamilton, 2014). Por exemplo, ver um demonstrador a simular o uso de uma escova de dentes, ativa a representação de conhecimento motor sobre como usar a escova de dentes e a representação do ato de escovagem dos dentes. Esta representação semântica providencia um *input* ao sistema motor que contribui para que o observador encene o plano motor observado e reproduza a ação. Estando este tipo de conhecimento e planeamento motor da ação comumente associado ao IPL (Buxbaum, Kyle & Menon, 2005, Hamilton, 2008). A capacidade para imitar com sucesso ações novas ou que não têm uma representação semântica preexistente ocorre por um mapeamento direto da ação observada para o sistema motor (Buxbaum & Kalenine, 2010 & Vivanti & Hamilton, 2014). O modelo EP-M de dupla rota apresenta uma explicação robusta baseada em mecanismos neurocognitivos de suporte à performance imitativa.

Recentemente tem sido discutido a influência de mecanismos de controlo descendente nos processos imitativos. A função social da imitação ultrapassa o nível de atividade visuomotora, ou a uma necessidade de atingir objetivos no dia-a-dia. Fenómenos como a sobreimitação ou o “efeito de camaleão” (isto é, imitar os gestos e maneirismos de outra pessoa num contexto de interação social) são fortemente modulados por pistas sociais (McGuigan, Whiten & Makinson, 2011; Over & Carpenter, 2012; Vivanti & Hamilton, 2014). Experimentalmente, através da aplicação de um paradigma que recorreu a ressonância magnética funcional, verificou-se que o contato visual aumenta a resposta imitativa, e que neste processo se verifica um aumento da atividade de regulação do córtex pré-frontal medial sobre a zona STS do SNE que providencia informação de *input* visual da ação observada (Wang, Newport &

Hamilton, 2011). Este alargamento das áreas envolvidas no processo imitado conduziu à proposta do modelo STORM (“*Social top-down response Modulation*”) (Wang & Hamilton, 2012). Este destaca uma influência social nos processos imitativos que faz com que seja sugerido que o modelo duplo da imitação esteja associado a mecanismos descendentes de controlo por parte do córtex pré-frontal medial sobre os processos de imitação, no qual o mecanismo reconhece diferentes pistas sociais (contato visual, estatuto ou filiação social, contexto, etc.) que exercem um controlo descendente na imitação (Wang & Hamilton, 2012; Vivanti & Hamilton, 2014) (figura 1.6). No modelo STORM é então sugerido que a imitação está intimamente relacionada com a atividade do SNE (nas zonas neuronais IFG, MTG e STS) e com a aprendizagem sequencial visuomotora, sendo fortemente modulado por pistas sociais que pode modelar o modo como o processamento visuomotor é executado, inibindo ou potencializando a imitação (Vivanti & Hamilton, 2014). Assim, o modelo STORM, tenta complementar os modelos de Dupla-Rota (Tessari & Rumiati, 2004) e EP-M (Hamilton, 2008) que apresentam uma explicação robusta dos mecanismos neurocognitivos que suportam a imitação, na influência de modulação social sobre estes processos.

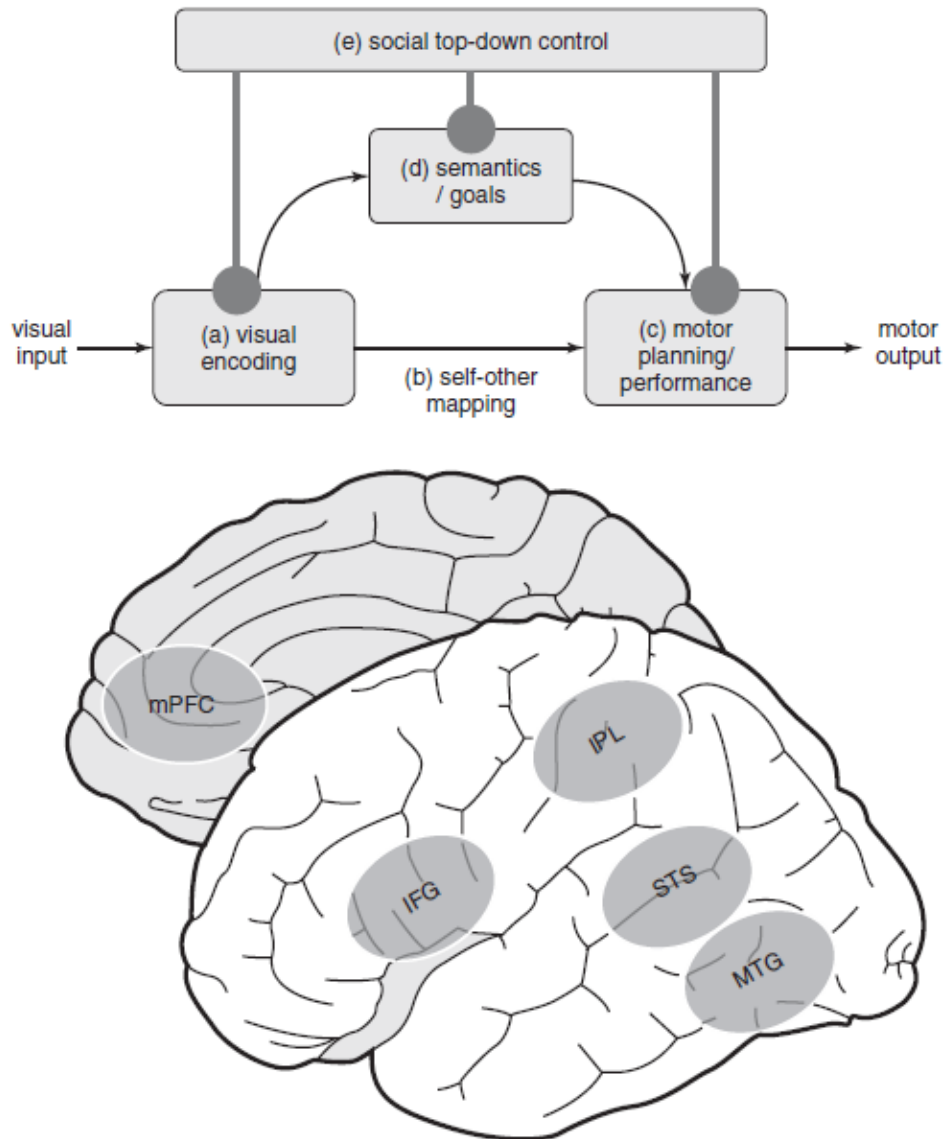


Figura 1. 6: Modelo STORM - Processos e sistemas neurocognitivos envolvidos na imitação. (a) Codificação visual das ações envolve o giro temporal medial (MTG) e sulco temporal superior (STS). (b) O planeamento motor não tem uma localização cerebral especificamente definida. (c) a performance motora e a (d) informação semântica de ação envolvem o lóbulo parietal inferior (IPL) e o giro frontal inferior (IFG), ambos constituintes do sistema de neurónios espelho. (e) O controlo descendente da imitação envolve o córtex medial pré-frontal (mPFC) (adaptado de Vivanti & Hamilton, 2014, pág.: 286).

1.3.Sobreimitação

A sobreimitação é um fenómeno recentemente descrito que se caracteriza por uma reprodução excessivamente fiel do comportamento por parte do observador comparativamente ao realizado pelo modelo, mesmo que a eficiência na reprodução da tarefa seja reduzida (Lyons, *et al.*, 2007, McGuigan, Whiten, Glunn & Horner, 2007, McGuigan, *et al.*, 2011), ao ponto de se imitar ações irrelevantes para a resolução da tarefa/objetivo.

A tendência sobreimitativa foi primeiramente descrita por Horner & Whiten (2005), que compararam a performance imitativa entre um grupo de crianças de 3-4 anos com chimpanzés, com o intuito de explorar o desempenho imitativo ou emulativo na resolução de um paradigma objeto-tarefa. O estudo consistiu na execução de um conjunto de ações irrelevantes e relevantes realizadas numa caixa-puzzle em ordem de obter uma recompensa de uma caixa opaca ou transparente, isto é manipulando a disponibilidade de informação visual causal. Os resultados mostraram que as crianças apresentaram uma tendência surpreendentemente fiel em copiar as ações demonstradas pelo modelo em ambas as condições, destacando-se os resultados na condição transparente com acesso visual em que as crianças continuaram a copiar com elevada fidelidade as ações desnecessárias, mesmo perante a irrelevância destas para com objetivo final. Por sua vez, os chimpanzés replicaram mais as ações irrelevantes do modelo na condição opaca, optando por estratégias emulativas em situações de acesso visual, isto é maior eficiência na resolução da tarefa.

Apesar de aparentemente exibir um carácter “irracional” o fenómeno sobreimitativo encontrando-se descrito para indivíduos com desenvolvimento neurotípico, os quais apresentam uma tendência para copiar não seletivamente as ações de um demonstrador quando se tenta solucionar um problema objeto-tarefa novo apresentado, incluindo as ações causalmente irrelevantes para o resultado final (Horner & Whiten 2005, Kenward, Karlsson & Persson, 2011; Lyons *et al.*, 2007, Nielsen *et al.*, 2013). Este fenómeno está descrito para diversas idades, grupos culturais e estatutos socioeconómicos (McGuigan, *et al.*, 2011, Nielsen & Tomaselli, 2010). Vários estudos replicaram o paradigma inicial de Horner & Whiten (2005) com crianças mais velhas

(McGuigan *et al.*, 2007) ou adultos (McGuigan *et al.* 2011), sendo os resultados consistentes na manifestação do fenômeno sobreimitativo em humanos.

É sugerido que a sobreimitação se começa a manifestar entre os 18 meses e os 3 anos de idade; aumenta dos 3 aos 5 anos, até à idade adulta (McGuigan & Whiten, 2009). Estudos com protocolos constituídos por ações mais básicas documentaram sobreimitação em crianças com 18 meses (Nielsen, 2006). Dos 3 aos 5 anos foram encontrados níveis elevados de sobreimitação, sendo verificado que crianças com 5 anos realizavam quase tantas ações irrelevantes como relevantes, comparativamente ao grupo de 3 anos onde as ações irrelevantes eram cerca de $\frac{1}{4}$ do total das ações, indo de encontro aos achados prévios que a tendência para sobreimitar tende a aumentar ao longo da infância (McGuigan *et al.* 2007; McGuigan *et al.* 2011). Em adultos, estudos como o de Horowitz (2003) e o Custance e colaboradores (2006) mostraram uma tendência imitativa nos adultos com elevado nível de precisão, como por exemplo dedo a usar (tendência a qual chamaram de “*super-copying*”), focando a análise em tarefas de ações relevantes. Sendo que tal tendência mantém-se em tarefas compostas por diferentes ações, reproduzindo os adultos ações irrelevantes com maior fidelidade que as crianças (McGuigan *et al.*, 2011) mesmo em grupos de outras culturas (como *Kalahari* e *Bushmen*) (Nielsen & Tomasello, 2010).

São apresentadas três possíveis explicações que tenta sustentar a manifestação da sobreimitação: a primeira sugere uma codificação automática dos elementos das ações demonstradas como sendo causalmente relevantes, mesmo perante a saliência da irrelevância dos mesmos (Lyons, *et al.*, 2007; Lyons, Damrosch, Lin Macris & Keil, 2011). Lyons e colaboradores (2007) recorreram a diferentes paradigmas de objeto-tarefa, incluindo algumas modificações no protocolo inicial, onde foi indicado aos participantes através de pistas quais as ações irrelevantes com o objetivo de contrariar a imitação nas crianças (população em estudo). Tal procedimento não contrariou a manifestação do fenômeno tendo os resultados apresentado igualmente uma tendência sobreimitativa das ações. O que levou os autores a sugerir um processo de codificação automática nas crianças, onde a informação empregue no novo objeto pelo demonstrador é tratada como como informação causal privilegiada, sendo as ações codificadas automaticamente como ações necessárias. Este fator intrínseco cognitivo é apontando como um possível motivo que faz com que a sobreimitação seja tão resistente à extinção na sua manifestação, mesmo que neste processo imitativo denote

erros de raciocínio onde há primazia da ação observada diminuindo resposta de resolução mais eficiente da tarefa.

Uma segunda explicação destaca a motivação social para afiliar e identificar para com o demonstrador, e assim evitar a ostracização copiando fielmente as ações observadas (Over & Carpenter 2009, 2012). Sendo sugerido que a sobreimitação pode estar aliada também a fatores do desenvolvimento, aumentando ao longo da idade infantil até adulta por um maior papel das inferências sociais na aprendizagem causal e identificação com o modelo (Over & Carpenter, 2012). Ou conformidade com as normas percebidas (Kenward, Karlsson & Persson, 2011). Sendo a afiliação social necessária para o nível de transmissão cultural, do qual a nossa espécie depende (Tomasello, Carpenter, Call, Behne & Moll, 2004). A codificação automática proposta na imitação parece ser especialmente reforçada na presença de um demonstrador que seja considerado experiente pelo ator, e diluída, mas não abolida, na ausência desta percepção (McGuigan *et al.*, 2011), sendo que esta motivação social também se verifica quando a performance imitativa da criança é comparada numa demonstração em vídeo versus uma demonstração por modelo presencial, havendo uma maior nível de sobreimitação na segunda condição (Nielsen *et al.*, 2008).

Em terceiro lugar é proposto uma interpretação racional normativa da ação, onde é sugerido que a sobreimitação é resultante de um processo flexível (opondo-se como tal à codificação automática) e racionalmente interpretativo da ação, no qual as ações irrelevantes são compreendidas de fato como causalmente irrelevantes, mas em certas circunstâncias estes elementos são percebidos como convencionais (e não causais) e como tal essenciais para a atividade (Keupp, Behne & Rakoczy, 2013; Keupp, Behne, Zachow, *et al.*, 2015).

1.4. Perturbação do espectro de autismo

O autismo foi descrito pela primeira vez, de forma independente e quase simultaneamente por Kanner (1943) e Asperger (1944). E é, atualmente, clinicamente definido pela DSM-V (*American Psychological Association*, 2013) por Perturbação do Espectro do Autismo (PEA), apresentando um quadro clínico com dois critérios base: défices persistentes na interação social e comunicação; e padrão de comportamentos, interesses, e atividades restritos e repetitivos. Estes sintomas iniciam a sua manifestação na infância e comprometem o indivíduo. Acresce que para diagnóstico do primeiro critério base é necessário apresentar três das seguintes características (i) problemas com a reciprocidade social-emocional, variando por exemplo de uma aproximação social anormal e fracasso na conversação normal; a uma partilha reduzida de interesses emoções ou afeto; a um fracasso em iniciar ou responder a interações sociais; (ii) défices nos comportamentos comunicativos não-verbais usados para a interação social, variando de uma comunicação verbal e não-verbal pobremente integrada, a anomalias no contato ocular e linguagem corporal ou défices na compreensão e uso de gestos, a uma total falta de expressões faciais e comunicação não-verbal; e (iii) dificuldades em desenvolver, manter e compreender relacionamentos, com dificuldades em ajustar o comportamento de forma a adequar-se aos vários contextos sociais, dificuldades em partilhar jogos imaginativos ou fazer amigos, e possível ausência de interesse nos pares. Para o diagnóstico do segundo critério base deve apresentar dois dos seguintes comportamentos: apego extremo a rotinas e padrões, resistência na mudança de rotinas; fala ou movimentos repetitivos; interesses restritos; e dificuldade na integração de informação sensorial, ou forte procura, ou evitamento de comportamento de estímulos sociais.

Os níveis de gravidade da PEA variam de acordo com a necessidade de suporte, desde requerendo suporte muito substancial ou total (maior dependência), a requerendo suporte (maior independência) (DSM-V, 2013). A variação da sintomatologia e severidade das PEA está então associada a diferentes implicações sociais, comportamentais com um extremo de gravidade máxima em indivíduos sem interação social, não-verbais ou dependentes também designados de “baixo funcionamento”, a indivíduos de “elevado funcionamento” que comparativamente apresentam melhor aptidão cognitiva. Atualmente testes comportamentais permitem caracterizar o perfil do

autismo de um modo mais preciso, em termos de baixa performance em tarefas que requerem uma compreensão de estados mentais, capacidade de imitação e processamento de emoções anormal, com boa performance em tarefas que requerem percepção do detalhe e da forma local.

Um dos critérios de destaque no diagnóstico para a PEA de elevado funcionamento são os distúrbios na interação social que faz com que o fenómeno imitativo seja objeto de estudo na PEA pelo seu importante papel na interação social e na aprendizagem. Dados sistemáticos suportam a ideia de que crianças com PEA apresentam défices em tarefas imitativas (Williams, Whiten & Singh, 2004, Edwards, 2014). Estando esta dificuldade na imitação de gestos documentada comparativamente a crianças com desenvolvimento neurotípico, independentemente da severidade da PEA ser de pequeno ou largo espectro (Williams *et al.*, 2004; Vanvuchelen, Roeyers & De Weerd, 2007). A natureza e especificidade dos défices imitativos nesta condição não são claramente compreendidos e representam um desafio às linhas de investigação conduzidas sobre esta temática na população com diagnóstico de PEA de elevado funcionamento. Atualmente é sugerido que o défice imitativo nesta população parece estar confinado à imitação de gestos novos, não familiares ou sem significado (Carmo, Rumiati, Siugzdaite & Brambilla, 2013), enquanto ações direcionadas para um objetivo ou com significado demonstram-se intactas (Hamilton, Brindley & Frith, 2007; Hobson & Lee, 1999, Carmo *et al.*, 2013). Sendo proposto que a imitação de gestos familiares ou direcionados para um objeto estão preservados e suportados por uma ativação de representações mentais já existentes no repertório de ação motora, ou por uma preservação da emulação de ações (resolução estratégica de problemas) (Williams *et al.*, 2004). Um indivíduo que emule uma ação tem que primeiro obter conhecimento teleológico do objetivo ou significado da ação para depois, se assim o escolher, planear ou reconstruir a ação pelos seus próprios meios, e é sugerido que este processo está intato em crianças com autismo (Hamilton *et al.*, 2007).

Existem diferentes modelos cognitivos que procuram explicar parte ou todas estas características comportamentais do autismo. Destacam-se propostas que assentam sobre o pressuposto de um défice na “teoria da mente” que consideram várias limitações na capacidade de pensar sobre os pensamentos com limitações imaginativas, sociais e comunicacionais associadas (Baron-Cohen, Leslie & Firth, 1985; Happé, 1995). Outras abordagens argumentam uma diferença no estilo de processamento de informação, em

particular numa fraca coerência central que impede uma análise do significado global, com um elevado processamento particular do detalhe, que pode explicar várias limitações de interação social características das PEA (Frith & Happe, 1994). Finalmente destacam-se duas abordagens neurocognitivas recentes: a teoria do espelho partido (“*broken mirror theory*”) que tem tentado explicar os mecanismos limitativos das PEA por um défice no SNE (Williams, Whiten, Suddendorf & Perret, 2001; Iaconi *et al.*, 2006, Ramachandran & Oberman, 2006); e a teoria de “disfunção executiva” a qual postula que na base das limitações características das PEA estão os défices nas funções executivas, tais como planeamento e controlo da ação, inibição de ações automáticas, processamento de informação *online* na memória de trabalho e fluência verbal, todos associados às funções do córtex pré-frontal (Pennington & Ozonoff, 1996; Hill, 2004).

Relativamente à teoria do espelho partido nas PEA destacam-se estudos neurocognitivos que identificaram alterações na atividade do centro límbico ligado a processos que medeiam a compreensão do estado emocional de outros (Dapretto *et al.*, 2006; Iaconi, 2009). Especificamente direcionados para tarefas de imitação são reportadas alterações tanto na observação de ações, especificamente alterações electrofisiológicas no ritmo *mu* que se apresenta aumentado na observação de ações em crianças com PEA de elevado funcionamento comparativamente a crianças de desenvolvimento neurotípico, não se verificando diferenças na ativação ritmo *mu* na execução de ações (Ramachandran & Oberman, 2006). São igualmente reportadas diferenças entre crianças com PEA e crianças de desenvolvimento neurotípico em estudos de ressonância magnética funcional na ativação de áreas neuronais do SNE na execução de ações da área IFG, especificamente com menor ativação do *pars opercularis* (área 44 de *Broadmann*) isto é nas áreas frontais constituintes do SNE, e na ínsula e na amígdala (Dapretto *et al.*, 2006) em tarefas imitativas. Sendo sugerido por Dapretto e colaboradores (2006) que apesar de ambos os grupos terem completado a tarefa imitativa, o mecanismo de suporte de ativação para com a imitação não é o mesmo havendo uma maior ativação do SNE por parte do grupo neurotípico, enquanto que na PEA é necessário um sistema alternativo visuomotor. Resultados semelhantes foram reportados num grupo de adolescentes com PEA que apresentaram uma reduzida ativação do SNE na imitação e observação de ações, com especial destaque para a junção temporoparietal direita (associada à teoria da Mente) e a uma diminuição da

modulação da amígdala durante a imitação comparativamente ao grupo de controlo (Williams *et al.*, 2006). Sugestivo de uma dificuldade na integração entre áreas do SNE que assistem o processamento visual motor, resposta motora em tarefas imitativas, em especial em compreender os objetivos e intenções da ação observada, bem como alterações no processamento emocional (Williams *et al.*, 2006, Dapretto *et al.*, 2006, Iacoboni & Dapretto, 2006; Welsh, Ray, Weeks, Dwen & Elliott, 2009, Rizzolatti & Sinigaglia, 2010).

A ideia de uma única causa neurocognitiva (teoria do espelho partido) para os défices imitativos é tentadora, e parte da premissa de que uma disrupção no SNE na PEA pode ter um efeito de cascata na falha de ativação de circuitos neuronais na imitação, compreensão de objetivos e na mentalização (Dapretto *et al.*, 2006, Iacoboni, 2009, Welsh, *et al.*, 2009). Contudo são-lhe apresentadas críticas por não conseguir explicar com sucesso o porquê de algumas crianças com PEA conseguiram imitar as ações direcionadas para um objetivo (Hamilton *et al.*, 2007; Edwards, 2014), ou acções com significado (Carmo *et al.*, 2013), estando o objectivo da acção intacto, e como tal as diferenças reportadas no SNE não conseguem predizer as alterações na compreensão, nas intenções e em processos de mentalização (Hamilton, 2008). Sendo que a teoria é inconsistente com resultados reportados para esta população que indicam uma melhor imitação de ações direcionadas para um objetivo vs. não direcionadas, e melhor performance em tarefas que envolvem emulação (Hamilton, 2013; Edwards, 2014). Hamilton e colaboradores (2007) verificaram que as crianças com PEA em estudo apresentaram uma performance intacta em tarefas de representação de ações, sendo sugerido que tal só é possível com uma ação pelo menos parcial do SNE. Estes resultados opõem-se à teoria do SNE partido que se apresenta como demasiado simplista (Hamilton, 2008). As teorias de dupla via como a de Dupla-Rota (Rumiati & Tessari, 2002) e a EP-M (Hamilton, 2008), surgem como alternativas possíveis para explicar os défices seletivos reportados na literatura.

1.4.1 Sobreimitação na PEA de elevado funcionamento

Recentemente dois estudos avaliaram o padrão sobreimitativo em crianças com PEA de elevado funcionamento (Marsh, Pearson, Ropar & Hamilton, 2013; Nielsen, Slaughter, & Dissanayake, 2013) tendo reportando resultados contraditórios. Por um lado os resultados de Nielsen e colaboradores (2013) identificaram a manifestação do padrão de sobreimitação tanto em crianças com um desenvolvimento neurotípico como em crianças com PEA; por sua vez Marsh e colaboradores (2013) reportaram um déficit significativo de sobreimitação nesta população.

O primeiro estudo procurou verificar se o padrão de sobreimitação se manifestava em crianças com PEA, recorrendo a uma caixa opaca onde o demonstrador desempenhava uma tarefa executando ações irrelevantes e relevantes para obter um objeto presente no seu compartimento interno (podendo esta ser aberta de várias maneiras), e explorar a possibilidade das motivações sociais serem as bases para o paradoxo da imitação (ie. se os défices específicos descritos para a PEA em tarefas direcionadas para um objeto são acentuados quando o objetivo realizado pelo modelo é mais social e menos instrumental, isto é: “*bodied versus objected-oriented*”), hipotetizando que as crianças com PEA; iriam replicar menos ações causalmente irrelevantes na tarefa de sobreimitação comparativamente ao grupo de crianças com desenvolvimento neurotípico (concordância entre grupos: idade, e idade mental não-verbal), bem como despende menos tempo a imitar as ações do adulto numa tarefa de alternância na utilização de um objeto. Contrariamente às predições iniciais Nielsen e colaboradores (2013) verificaram que tanto as crianças com desenvolvimento neurotípico como as com PEA apresentaram performances semelhantes nas tarefas imitativas, realizando com a mesma fidelidade as ações relevantes como irrelevantes, sem diferenças denunciadoras de défices específicos do autismo em tarefas sociais direcionadas para um objeto, tanto na sobreimitação como na imitação síncrona; isto é na reprodução de ações causalmente irrelevantes de um adulto, ou realização de movimentos repetitivos de ações não funcionais.

O segundo estudo de Marsh *et al.* (2013) procurou avaliar a componente social da sobreimitação recorrendo a objetos familiares (que têm subjacente uma aprendizagem já adquirida do funcionamento do objeto, prévia à realização do estudo), entre crianças com desenvolvimento neurotípico e crianças com PEA, utilizando

metodologicamente um paradigma experimental onde um demonstrador ou retirava um brinquedo de uma caixa transparente, ou construía um objeto simples, igualmente através de um conjunto de ações relevantes e irrelevantes. Importantemente neste estudo aplicou-se um comando verbal simples que salientava o objetivo da tarefa “retira o brinquedo o mais rápido que conseguires”, sem no entanto mencionar a palavra imitação ou cópia, avaliando se a sobreimitação seria espontânea e motivada socialmente. Os resultados demonstraram uma elevada tendência das crianças com desenvolvimento normal a sobreimitar perante o uso demonstrado dos objetos familiares, o que não se verificou nas crianças com PEA, sendo sugerido que estas diferenças podem estar relacionadas com uma falha das crianças com PEA conseguirem adotar a mesma estratégia/objetivos do demonstrador. Menor desejo ou habilidade de afiliar para a conformidade de normas percebidas, ou reduzida motivação social.

Várias considerações surgem perante estes resultados contraditórios. Atividades tipo objeto-tarefa envolvem uma estrutura complexa de relações causais entre o objeto e a recompensa. Em que parte da aprendizagem do uso do objeto está relacionada com a aprendizagem funcional. A exigência da tarefa bem como da natureza da ação imitada pode condicionar a diferença dos resultados contraditórios documentados. Desenhos experimentais que recorrem a paradigmas tipo “*body-oriented imitation*” não expõem de modo claro e tangível o objetivo da ação do participante para com o que o demonstrador está a realizar (utilizando normalmente comandos verbais como “*joining in*”). Por sua vez, imitação direcionada para um objeto (“*object-directed*”) envolve normalmente uma demonstração ao participante do modo como pode atingir o resultado final percebido e conhecido, perante a manipulação de um objeto novo ou familiar. O objeto definido é importante perante argumentos que afirmam que a imitação do próximo pode satisfazer motivações sociais (Nielsen *et al.*, 2013, Over & Carpenter, 2012), bem como aquisição de competências (Uzgiris, 1981, Over & Carpenter, 2012). Parte da aprendizagem do uso do objeto está relacionada com a aprendizagem funcional, sendo que alguns autores sugerem que o uso de objetos novos não permite separar a motivação social do processo de aprendizagem do objeto (Marsh *et al.*, 2013). É argumentado que a imitação facilita o processo para aquisição de novas competências, ou criação de empatia (mostrar que gostamos do outro, ou aumentar as hipóteses que gostem de nós, ou de sermos socialmente aceites), argumentação especialmente importante e sensível em tarefas tipo “*body-oriented imitation*” onde é demonstrado que aumenta o sentimento de harmonia e

calma nas interações sociais entre demonstrador e participante (Lakin, Jefferins, Cheng & Chartrand 2003; Nielsen *et al.*, 2013).

Em ambos os estudos referidos a disponibilidade de acesso à informação visual não é diretamente testada recorrendo a materiais com níveis de opacidade/ transparência diferentes. Acrescenta-se que o estudo de Marsh e colaboradores (2013) recorre a um objeto familiar com introdução de um comando verbal que saliente o objetivo da ação (“*retira o brinquedo o mais rápido que conseguires*”) o que pode enviesar a resposta dos participantes para uma emulação da ação. Este procedimento é de fato variante de outros estudos, tal como o de McGuigan *et al.*, (2007), os quais não introduzem um viés orientador de resposta, ie. não mencionando “objeto, objetivo, imitação, cópia”.

1.5. Objetivos e hipóteses do presente estudo

Uma das vantagens do processo imitativo é o estabelecimento de uma ponte de comunicação para com o sujeito com PEA cuja faixa suportável de estimulação encontra-se estreitada, na qual a imitação é apresentada como um meio de contornar essa dificuldade no seu contexto interativo social (Timo; Maia, & Ribeiro, 2011).

De fato, vários são os estudos reportam a existência de défices imitativos para esta população (ver revisão sistemática de Willians *et al.*, 2004; Edwards, 2014), tornando-se importante direcionar os esforços em investigação para examinar a especificidade das limitações existentes, e que tipo de intervenções se podem basear nestas constatações para tornar mais efetivo as estratégias terapêuticas e de integração social desta população. Os dados aqui revistos sobre o fenómeno de sobreimitação, descrito como uma resposta normal para indivíduos neurotípicos, mas com diferentes resultados reportados para a população com PEA, sugerem uma limitação específica na sua manifestação. Com possível alteração no modo como as observações demonstradas são processadas, e possível disfunção nas estruturas neurocognitivas de suporte à imitação. Até ao momento nenhum estudo testou diretamente a disponibilidade de acesso visual à informação causal na imitação de ações direcionadas para um objetivo-tarefa nesta população.

Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar se indivíduos adultos com diagnóstico de PEA de elevado funcionamento apresentam a mesma tendência para imitar com excessiva fidelidade as ações demonstradas, ou se optam por estratégias mais eficientes na resolução da tarefa, emulando as ações observadas em ordem de obter a recompensa. Em particular, procura-se primeiramente avaliar se verifica o padrão de sobreimitação de ações irrelevantes em condições em que a causalidade da ação pode ser percebida (transparentes) ou não (opacas), e para tal replica-se o paradigma de sobreimitação inicialmente utilizado por Horner & Whiten (Horner & Whiten, 2005; McGuigan *et al.*, 2007). Em segundo lugar, ao testar diretamente a disponibilidade de informação causal num paradigma de sobreimitação espera-se compreender melhor os défices imitativos descritos na literatura e eventualmente compreender o porquê das diferenças de resultados anteriores no fenómeno de sobreimitação reportados (Nielsen *et al.*, 2013, Marsh *et al.*, 2013).

Na definição de emulação e imitação segue que a percepção da informação sobre as relações causais são importantes para a emulação e não tão fundamentais para a imitação. Na emulação o observador deve conectar as diferentes ligações entre informação causal e a tarefa em ordem de atingir o mesmo resultado mas por um método diferente. A imitação requer apenas uma reprodução das ações do modelo com um nível de fidelidade suficiente para recrear um *outcome* desejado sem ter que analisar completamente as relações causais envolvidas. Prevê-se que perante a manipulação da influência da disponibilidade de acesso visual da informação causal nas ações demonstradas os participantes adultos neurotípicos tanto na condição opaca como transparente apresentem uma elevada fidelidade de imitação das ações demonstradas, e um padrão sobreimitativo (à semelhança dos resultados recentemente identificados por McGuigan *et al.*, 2011). Nos participantes com PEA é esperado obter-se diferenças de performance imitativa nas diferentes condições. Ou seja, sem acesso de informação visual, e à semelhança do reportado por Nielsen *et al.* (2013) em crianças, espera-se observar uma tendência a imitar tanto as ações irrelevantes como relevantes demonstradas. Por sua vez, havendo disponibilidade de acesso visual (condição transparente) espera-se que estes participantes apresentem uma tendência a emular o gesto para com o objetivo a realizar, sendo esperado identificar uma menor realização das ações causalmente irrelevantes demonstradas, e uma maior imitação da realização das ações relevantes. Prevê-se que os défices na sobreimitação sejam específicos quando há acesso informativo das relações causais.

Parte 2

Método

2.1 Participantes

O presente estudo foi conduzido em dois grupos de voluntários. O primeiro grupo (experimental) foi constituído por uma amostra de 20 participantes com idades compreendidas entre os 19 e os 52 anos ($\bar{X}=27.3$, $DP=8.51$), recrutados numa parceria com o CADIn (Centro de Apoio ao Desenvolvimento Infantil, Cascais) e diagnóstico de PEA de elevado funcionamento. Para este diagnóstico, cada participante foi avaliado por dois profissionais especialistas, efetuado com base nos critérios em vigor no momento avaliativo pela DSM-IV (*American Psychiatric Association, Forth Edition*), e por escalas padronizadas de confirmação de diagnóstico de PEA: ASDS [*Asperger Syndrome Diagnostic Scale* (Myles, Bock & Simpsom, 2001)] ou ADOS [*Autism*

Diagnostic Observation Schedule (Lord, Rutter, DiLavore & Risi, 1999)]. Tendo como critérios de inclusão: a obtenção de um QI Verbal e de Realização na WAIS (*Wechsler Adult Intelligence Scale*) superior a 70, de modo a garantir que possíveis défices encontrados no presente estudo não se devem a variáveis estranhas, não sob escrutínio, como por exemplo, compreensão da tarefa.

O segundo grupo (controlo) foi constituído por 24 participantes neurotípicos, com idades compreendidas entre os 18 e os 52 anos ($\bar{X} = 29.62$, $DP = 10.91$), de uma população de estudantes- alunos do 1º ano da Licenciatura em Psicologia da Faculdade de Psicologia da Universidade de Lisboa, e de outros voluntários residentes na área distrital de Lisboa. Todos os alunos participantes (dez no seu total) que ingressaram neste estudo receberam uma bonificação sob a forma de créditos académicos para a unidade curricular de Métodos de Investigação. Dos restantes participantes, quatro receberam um cheque *voucher* no valor de 15 euros, e os restantes participantes não obtiveram qualquer tipo de recompensa.

A todos os participantes foi aplicado o teste de Matrizes Progressivas da *Raven*, como avaliador de raciocínio não-verbal (QI-Raven). Havendo um emparelhamento entre grupos por aplicação de *teste-t* para amostras independentes para o QI-Raven [$t(42) = .249, p = .80$], idade [$t(42) = .792, p = .44$] e anos de escolaridade [$t(42) = -.870, p = .39$] (ver tabela 1). Como tal, não existe diferenças estatisticamente significativas entre grupos, satisfazendo a condição de igualdade entre grupos. O controlo das características amostrais visa garantir que possíveis resultados apresentados entre os diferentes grupos não sejam atribuídos a outros défices cognitivos ou fatores demográficos.

Tabela 1. Caracterização demográfica dos participantes.

| | PEA | Controlo | |
|----------------------------|------------------------|------------------------|----------------|
| | $n = 20$ (2 femininos) | $n = 24$ (3 femininos) | <i>p</i> value |
| | Média (DP) | Média (DP) | |
| Idade (anos) | 27.3 (8.51) | 29.62 (10.91) | .44 |
| QI (Raven) | 47 (8.76) | 47.56 (6.78) | .80 |
| Escolaridade (anos) | 13.1 (2.15) | 12.5 (2.38) | .39 |

O estudo foi aprovado pela Comissão de Deontologia da Faculdade de Psicologia da Universidade de Lisboa. Para todos os participantes foi obtido consentimento informado por escrito. Tendo sido esclarecido e garantido o direito de confidencialidade na participação do estudo, bem como a possibilidade de desistência em qualquer momento do mesmo, assegurando-se que os possíveis riscos e/ou danos de participação na experiência não superam os do quotidiano.

2.2 Materiais e Procedimento

No presente estudo replicou-se o paradigma experimental inicialmente utilizado por Horner & Whiten (2005) direcionado à resolução de um problema objeto-tarefa, numa caixa-puzzle em diferentes condições: o primeiro permite obter acesso de informação causal (objeto transparente), o segundo não o permite (objeto opaco) (ver figura 2.1). Para cada condição é aplicado o desenho “*Two-action approach*”, havendo dois métodos distintos de realizar o procedimento de ações em cada condição.

Duas caixas idênticas (1 opaca, 1 transparente) de policarbonato, com 20x20cm serviram de instrumento para a realização da experiência. Estas apresentam no topo um orifício quadrado (3x3cm), obstruído por uma defesa (tubo) que pode ser removido de diferentes maneiras (empurrado vs. puxado). À frente existe um orifício quadrado (2x2cm) que contacta com um ducto opaco para o interior da caixa (zona de recompensa). Para aceder ao orifício há a possibilidade de arrastar a porta frontal, ou abrir o compartimento do quadrado.

Como instrumento de interação com a caixa-puzzle e obtenção de recompensa, recorreu-se a uma ferramenta que consistiu numa vareta de plástico com um velcro adesivo numa das extremidades. Como recompensa utilizou-se um rebuçado envolvido em velcro para possibilitar a adesão e extração do compartimento com o uso do instrumento

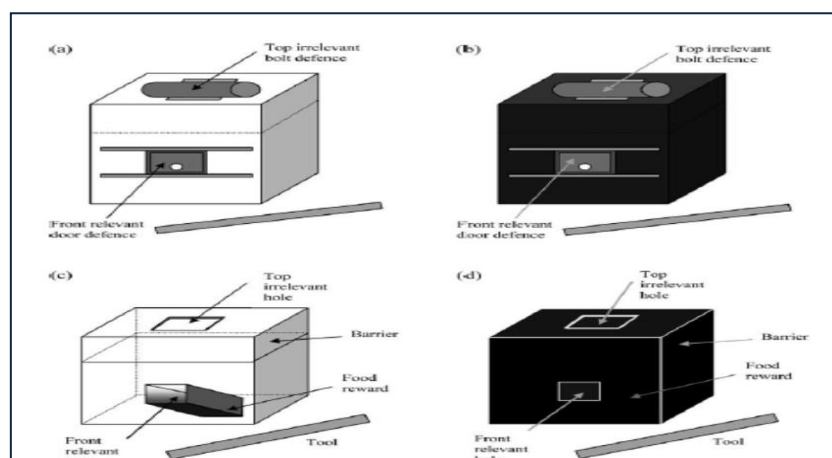


Figura 2. 1: caixa-puzzle: caixa transparente (a, c) e caixa opaca (b, d) [figura adaptada de Horner & Whiten (2005), pág.:167].

Todos os participantes foram distribuídos aleatoriamente pelas diferentes condições, no qual um demonstrador realiza o procedimento intercalado com o participante num total de 3 ensaios (à semelhança do protocolo experimental utilizado em Horner & Whiten (2005); McGuigan *et al.* (2007,2009), e Whiten *et al.* (2011):

Demo1 → Demo2 → Demo3 → Ensaio1 → Demo4 → Ensaio2 → Demo5 → Ensaio3

A demonstração envolveu duas partes: a realização de 3 ações irrelevantes, e a realização de 3 ações relevantes, isto é, direcionadas à obtenção da recompensa (ver figura 2). Nesta sequência de ações apenas as ações relevantes eram necessárias para obter a recompensa. A duração do procedimento foi prevista para um período de 4 a 10 minutos. E os comandos verbais utilizados foram restritos e controlados: previamente à primeira demonstração o experimentador afirma: “presta atenção”, após Demo1 e 2 afirma: “Vou fazer mais uma vez”, e após Demo 3, 4 e 5 afirma: “Agora é a tua vez”. Todo o procedimento foi gravado em vídeo, para codificação e análise, sendo preservada em vídeo o anonimato do participante (ao só ser filmado a interação com a caixa, não incluindo na área de gravação o rosto do participante).

Recorrer a um desenho experimental tipo “*Two-action approach*”: permite providenciar com maior rigor o modo como a ação é desempenhada. Desta forma o experimentador expõe um das possíveis soluções ao participante, solicitando ao mesmo que realize a tarefa, o que permite avaliar se o participante irá imitar a solução ou tentará resolver a tarefa proposta de uma outra forma possível (Fawcett, Skinner & Goldsmith, 2001). Este modelo é comumente utilizado em psicologia comparativa, e mais recentemente em psicologia do desenvolvimento (Whiten, Flynn, Brown & Lee, 2006). Neste caso em particular o modelo para obter a recompensa recorre então a uma sequência de ações de duas possíveis combinações: método 1 versus método 2, possível de ser executado em ambas as condições de disponibilidade de informação causal (ver figura 2.2).

A sequência de ações protocolada varia entre métodos no modo como o demonstrador (i) remove a defesa superior: método 1 – bate 3 vezes com a vareta no

lado esquerdo da defesa superior, empurrando-a pela direita, versus método 2 – bate 3 vezes com a vareta no lado direito da defesa superior puxando-a pela esquerda. E, (ii) no modo como acede ao compartimento frontal: no método 1: abertura da porta frontal vs. método 2 – desliza lateralmente a porta frontal. O estímulo inicial (“*stimulus enhancement*”) é controlado no desenho por um direcionamento da atenção do observador para o objeto, batendo no momento inicial 3 vezes na caixa no lado oposto, ao que ele deverá puxar ou empurrar. Obtendo-se um modelo experimental 2x2x2: [2grupos (controlo, experimental) x 2condições (opaca, transparente) x 2 métodos (1,2)].

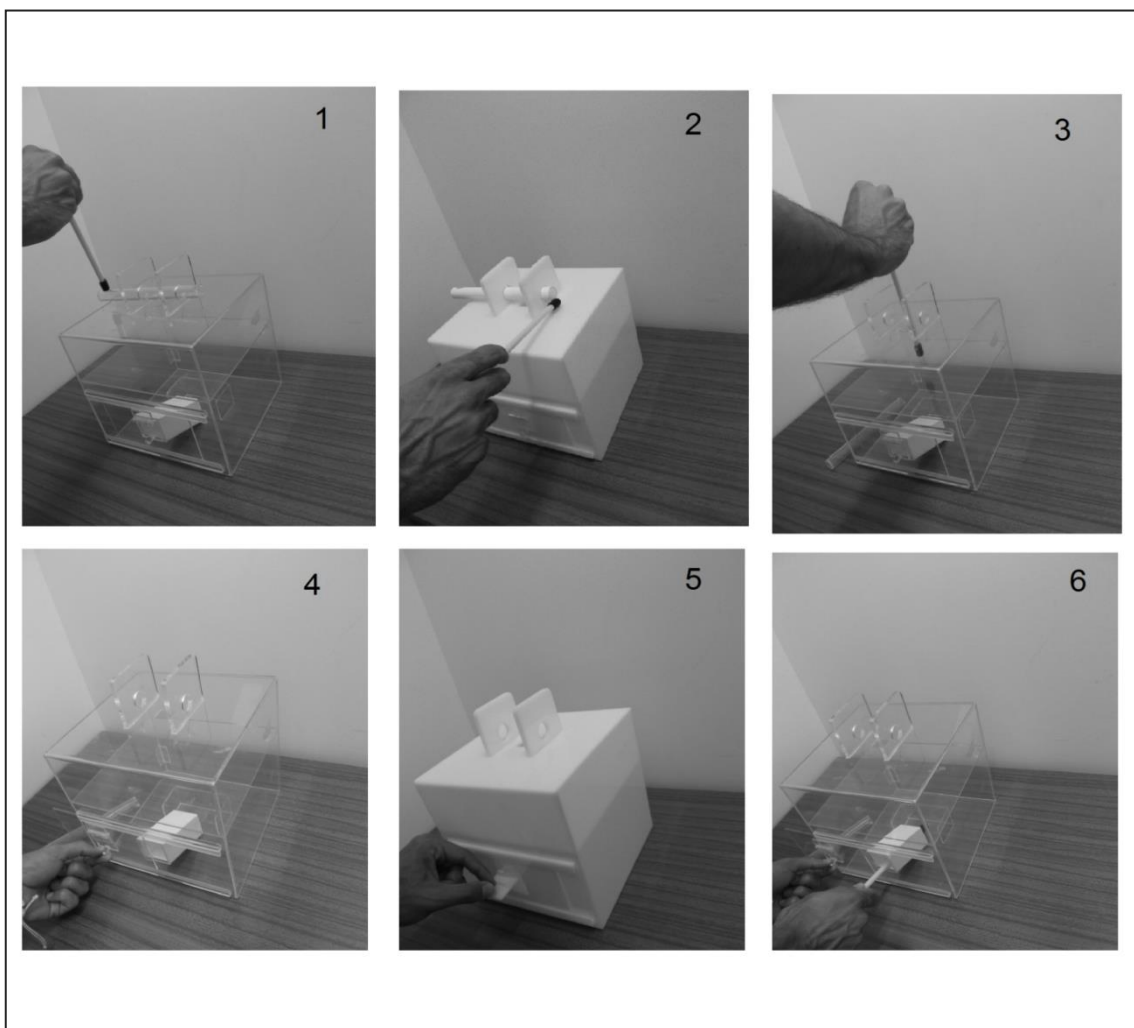


Figura 2. 2: Acções principais: 1) arrastar a defesa superior; 2) empurrar a defesa superior; 3) inserir instrumento no orifício irrelevante; 4) deslizar a porta frontal; 5) levantar porta frontal; 6) inserir instrumento no orifício relevante.

2.3 Codificação de variáveis e análise

A codificação das variáveis está associada à existência ou não de erros de procedimento face ao demonstrador. A análise de ocorrências foi semelhante à utilizada por McGuigan *et al.* (2007), codificando cada uma das seguintes ações demonstradas. Para possibilitar tal foi criado um grelha de correção (disponível em anexo 1) que permite registrar as ocorrências comportamentais observadas em vídeo para cada participante tendo em consideração as seguintes categorias:

Entrada 1 – Bater 3 vezes com a vareta na defesa superior;

Entrada 2 – Remoção da defesa superior recorrendo à vareta: empurrar pela direita (método 1) | Puxar pela esquerda (método 2);

Entrada 3 – Inserir a vareta no orifício superior, e tocar 3 vezes na barreira (1 toque=1 inserção);

Entrada 4- abrir manualmente porta frontal: levantar porta (método 1) | deslizar lateralmente a porta (método 2);

Entrada 5 – Inserir vareta no ducto central.

Entrada 6 – Obter recompensa.

O conjunto das 3 primeiras entradas correspondem a ações não relevantes para a obtenção da recompensa. Por sua vez, as entradas 4, 5 e 6 correspondem a ações necessárias, e como tal relevantes para uma obtenção com sucesso da recompensa (ver figura 2.3).

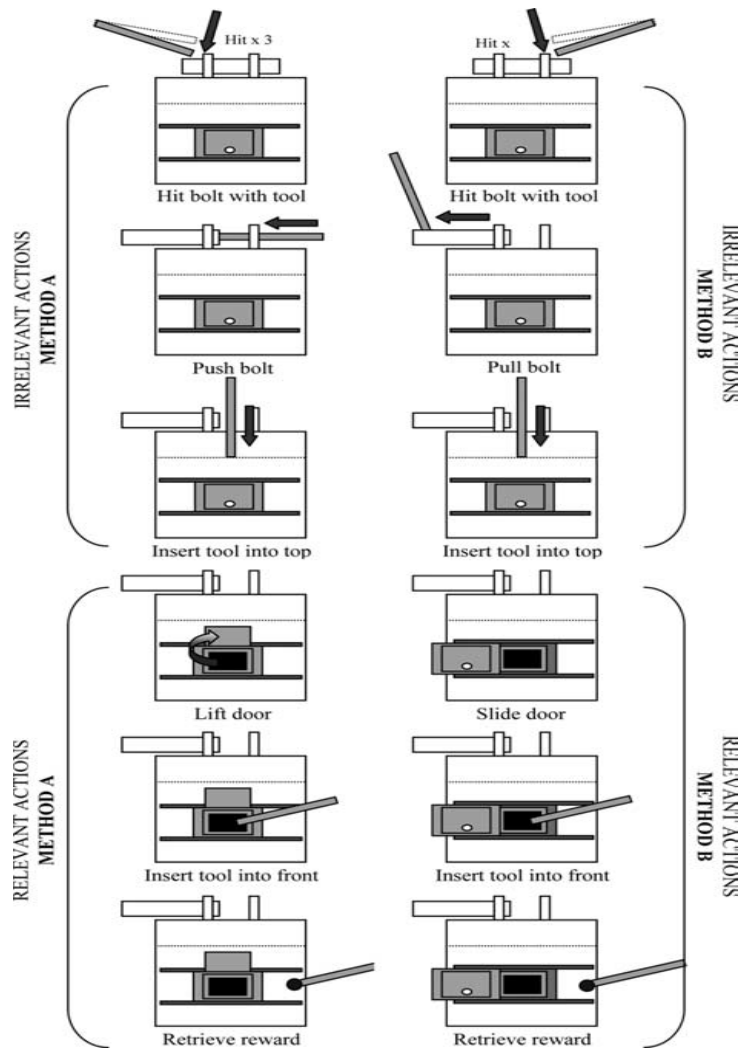


Figura 2. 3: Sequência representacional das 6 entradas “two-action defence removal” constituintes do método 1 (à direita) e do método 2 (à esquerda). Em ambos os métodos as três primeiras representações de interação com a caixa correspondem a ações irrelevantes, e as últimas três a ações relevantes [figura adaptada de Horner & Whiten (2005), pág.:168].

2.3.1. Performance geral de ações realizadas

Inicialmente analisou-se a média geral de ocorrências de realização de ações irrelevantes e relevantes para com o demonstrado entre os três ensaios. Particularizando esta análise para as entradas específicas 1,2,4 e 6.

A separação das entradas 2 e 4 permite verificar a tendência de reprodução do método (“two-action method”) que os participantes observaram. Sendo atribuído a pontuação 2 a uma imitação da ação demonstrada pelo observador; a pontuação de 1 se

o participante realizar um erro para com a ação, mas conseguir corrigir (“*first-attempt error*”); e 0 se não realizar a ação, ou realizar por um método diferente do observado.

2.3.2. Quociente de Sobreimitação

Foi igualmente calculado o quociente de sobreimitação, tal como em Horner & Whiten (2005); McGuigan *et al.* (2007), McGuigan *et al.* (2011), indicativo da proporção de ações irrelevantes realizadas por cada participante. Este é obtido calculando:

$$\frac{\text{“Nº de inserções irrelevantes (entrada 3) /} \\ \text{Nº de inserções totais (entrada 3 + entrada 5) ”.}}{}$$

Este quociente pode variar ente 0 e 1. Uma reprodução exata do modelo gerará um resultado de 0,75 (*ratio* 3/4. Três inserções causalmente irrelevantes vs. 1 inserção causalmente relevante). Onde uma aproximação de 0 indicará uma maior emulação da ação observada (obtenção direta da recompensa), opondo-se a uma aproximação de 1 indicativa de maior realização de ações irrelevantes – sobreimitação (inserções no topo).

2.3.3. Quociente de Fidelidade

Foi também calculado o quociente de fidelidade, cujo resultado pode variar entre 0 e 1, e é definido como a sequência de ações corretamente realizadas de acordo com a ordem pelas quais são apresentadas pelo demonstrador; a dividir pelo resultado máximo possível (número total de entradas) (Berl & Hewlett, 2015). Sendo indicativo da fidelidade da cópia das ações. Uma correta realização da sequência de ações observadas conduzirá à obtenção de uma pontuação máxima 1. Assim, resultados mais elevados deste quociente indicam uma maior atenção do participante à imitação da estrutura

sequencial, o que é útil para distinguir imitação de outro mecanismo de transmissão de informação. O quociente de fidelidade considera então a execução sucedida da ação da entrada em questão, e não o modo como o participante realiza a ação (por exemplo, se o participante na entrada 2 remover a defesa com a mão, método diferente do demonstrado, será considerado como correto para a sequência de ações a realizar, uma vez que o participante atingiu o resultado demonstrado).

2.4 Análise Estatística

A análise estatística dos resultados teve com o objetivo averiguar as semelhanças e diferenças de desempenho entre os adultos de controlo e experimental. Recorrendo para tal ao programa *IBM SPSS Statistics, versão 22.0*.

De modo a facilitar o processo de análise será seguidamente apresentado a performance global do conjunto de ações irrelevantes realizada pelos participantes, seguido da performance global do conjunto de ações relevantes, e posteriormente uma análise individual para cada categoria de ação. Após tal, avaliar-se-á o quociente de sobreimitação, e finalmente o quociente de fidelidade. Para estas análises realizaram-se ANOVA's univariadas com grupo (experimental, controlo), condição (opaca, transparente), método (1,2), como fatores entre-sujeitos, para as diferentes entradas e quocientes (sobreimitativo e de fidelidade). Testes-*t* foram conduzidos para explorar os efeitos de interação encontrados entre fatores. Considerando um nível de significância a *p-value* <.05.

Adicionalmente explorar-se-á as correlações entre o desempenho do grupo experimental na tarefa imitativa e a tarefa de memória de números e de dígitos, associada a memória de trabalho avaliada pela WAIS. Tenta-se assim excluir que qualquer défice observado não se deve à carga em memória de trabalho exigida pela tarefa, mas sim a resultados manipulados e avaliados experimentalmente: causalidade e relevância das ações realizadas.

Parte 3

Resultados

De modo a garantir a fiabilidade da pontuação atribuída aos participantes, 23% dos dados (correspondente a 10 dos 44 vídeos de prova dos participantes em estudo) foram sujeitos a uma segunda codificação por parte de um segundo avaliador. Com base nestes resultados calculou-se o *Kappa de Cohen* para avaliar o nível de acordo inter-observador para as diferentes categorias sujeitas a análise, podendo o valor apresentado para *Kappa* variar entre 0 (acordo equivalente ao acaso) e 1 (acordo perfeito entre observadores).

Para todos os parâmetros em análise houve um nível de acordo excelente entre observadores ($K > .90$): com um valor estatístico para as entradas 1, 2, 4 e 6 de $K = .989$ ($p = .000$); para o número de inserções relevantes e irrelevantes (score sobreimitativo - categoria 3 e 5) de $K = .912$ ($p = .000$), e para a avaliação do quociente de fidelidade de $K = 1.00$ ($p = .000$).

3.1 Análise de categorias

3.1.1 Análise global de ações irrelevantes

Os dados estatísticos não apresentaram no seu conjunto efeitos principais a nível de grupo, condição, método ou de interação dupla, ou tripla entre os mesmos (todos os $ps > .110$) para o conjunto total de ações irrelevantes (entradas 1 a 3) realizadas pelos participantes (figura 3.1). Relativamente à performance geral houve em ambos os grupos uma tendência imitativa elevada na realização do conjunto de ações irrelevantes: grupo de controlo ($M=8.042$, $DP=.226$) e experimental ($M=7.717$, $DP=.938$) para com o demonstrador.

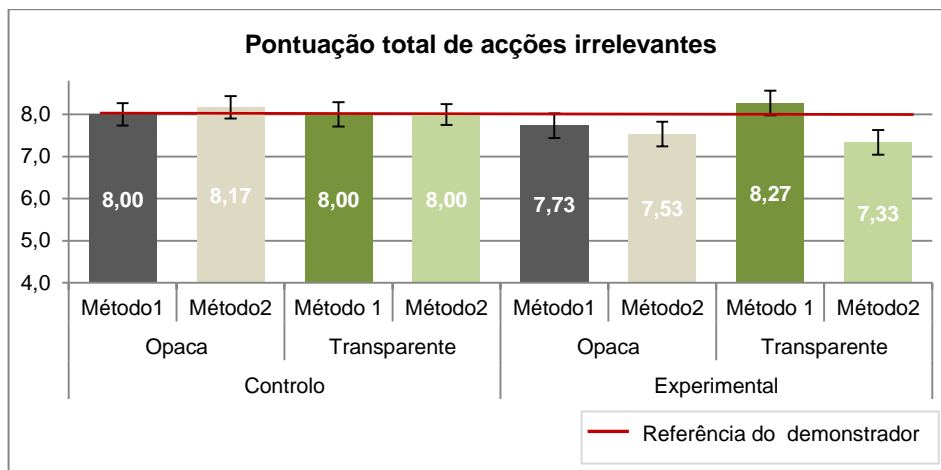


Figura 3. 1: Média (e erro-padrão) da pontuação total – performance de ações irrelevantes por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental.

3.1.2 Análise global de ações relevantes

Relativamente à performance geral de ações relevantes tanto o grupo de controlo ($M=3.917$, $DP=.408$) como experimental ($M=3.375$, $DP=.539$) apresentaram valores elevados de ações realizadas para com o demonstrado, não se verificando, mais uma vez, no seu conjunto efeitos principais a nível de grupo, condição, método ou de interação dupla, ou tripla entre os mesmos (todos os $ps > .078$) (figura 3.2).

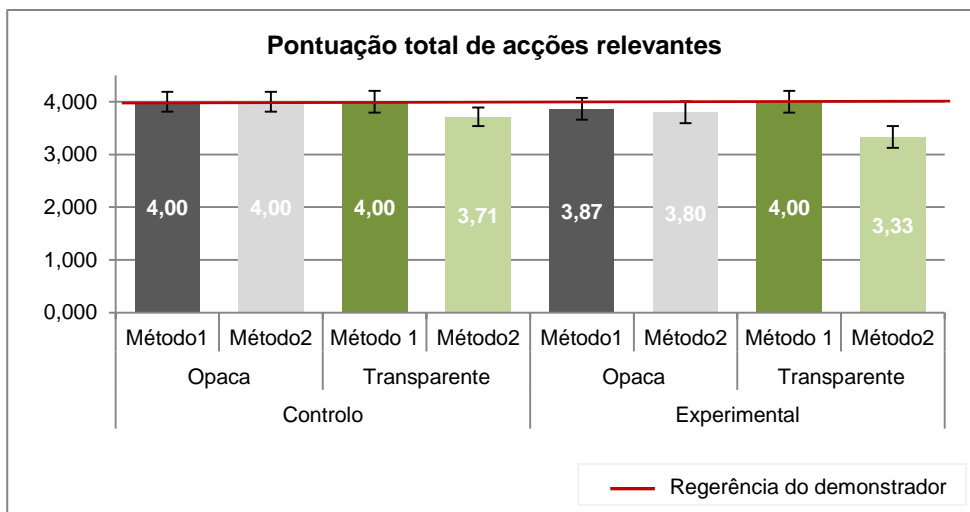


Figura 3. 2: Média (e erro-padrão) da pontuação total – performance de ações relevantes por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental.

3.1.3 Análise da entrada 1 (bater na defesa superior | número de toques)

A análise da entrada 1 revelou que ambos os grupos iniciaram o protocolo de ação com elevado nível de sucesso na imitação, verificando-se uma eficácia na chamada de atenção do participante para o objeto no estímulo inicial tanto no grupo de controlo ($M=2.000$, $DP=.000$), como no grupo experimental ($M=1.967$, $DP=.211$), sem efeitos observáveis para grupo, condição, método, ou de interação dupla e tripla entre os mesmos (todos os $ps > .277$) (figura 3.3).

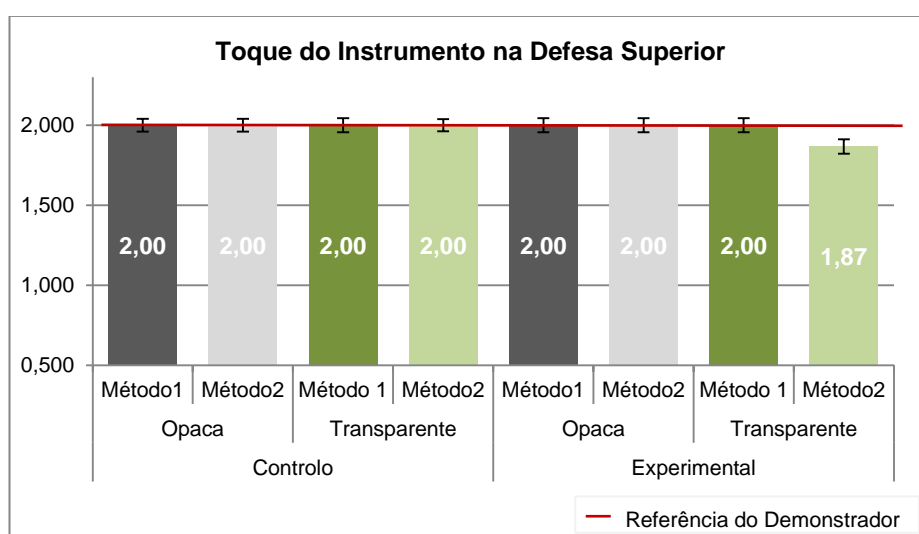


Figura 3. 3: Média (e erro-padrão) da performance de ação para a entrada 1 por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental.

Apesar de todos os participantes terem iniciado a tarefa corretamente (isto é terem batido com o instrumento na defesa superior), verificaram-se diferenças na eficiência de imitação com que os participantes replicaram a tarefa observada relativamente ao demonstrado no número de toques efetuados (demonstrador executa sempre 3 toques) (figura 3.4). Sendo encontrado um efeito principal de método [$F(1,43)=5,671, p=.023, \eta^2=.136$], com um maior número de toques da ação observada no método1 ($M=3.111, DP=.265$), comparativamente ao método 2 ($M=2.957, DP=.209$). Verificou-se também um efeito de interação entre o grupo e o método [$F(1,43)=5,671, p=.023, \eta^2=.136$]. Conduziram-se testes- t (para amostras independentes) para o averiguar os efeitos destas interações, tendo o grupo de controlo imitado com exatidão a ação observada tanto no método 1 ($M=3.000, DP=.000$) como no método2 ($M=3.000, DP=.000$) (não sendo realizado o teste- t , pois neste caso o desvio padrão é 0 nos dois métodos); já no grupo experimental houve uma imitação superior ao demonstrado no método 1 ($M=3.233, DP=.352$) e ligeiramente inferior para o método2 ($M=2.900, DP=.326$) [$t(18)=2.224, p=.039$]. Esta diferença também se revelou significativa para o método 1 quando comparada a performance do grupo de controlo com o grupo experimental [$t(19)=-2.197, p=.041$], mas não significativa quando comparamos a performance de ambos os grupos para o método 2 [$t(21)=1.148, p=.264$].

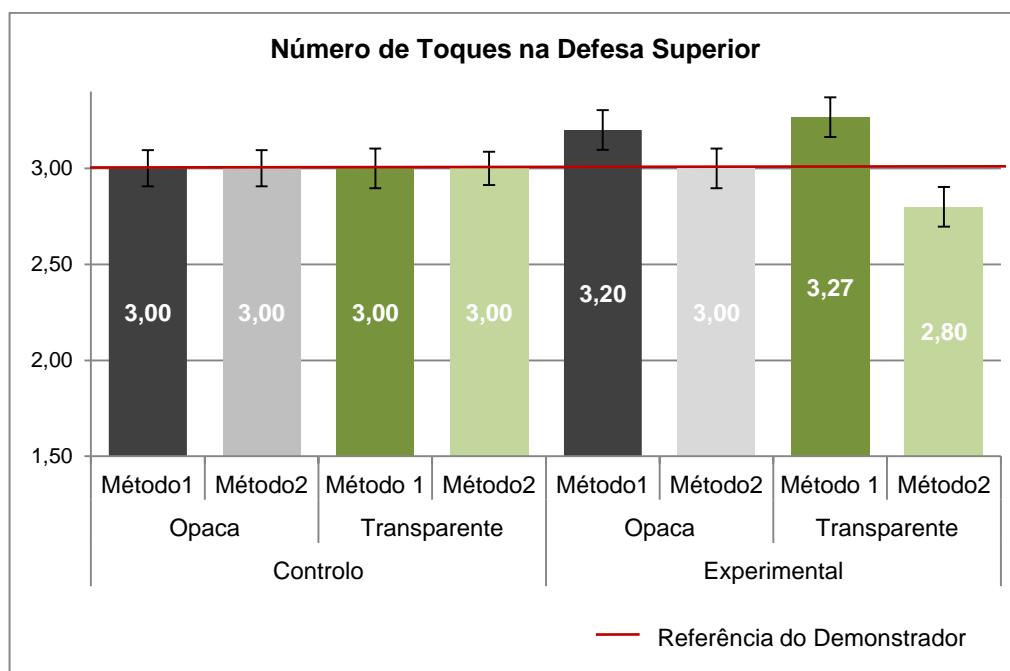


Figura 3. 4: Média (e erro-padrão) da performance de ação para a nº de toques realizados na entrada1 por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental.

3.1.4 Análise da entrada 2 (“remoção da defesa superior”)

A remoção da defesa superior corresponde a uma ação irrelevante para com o objetivo final que pode ser realizada de duas maneiras diferentes, de acordo com o método em demonstração. Os resultados demonstraram um efeito principal estatisticamente significativo de grupo [$F(1,43)=9.046$, $p=.005$, $\eta^2=.201$], verificando-se uma maior imitação do grupo de controlo ($M=1.986$; $DP=.068$) comparativamente ao grupo experimental ($M=1.683$, $DP=.477$). Não havendo efeitos principais de condição ou método, bem como de interação dupla ou tripla (todos os $ps>.21$).

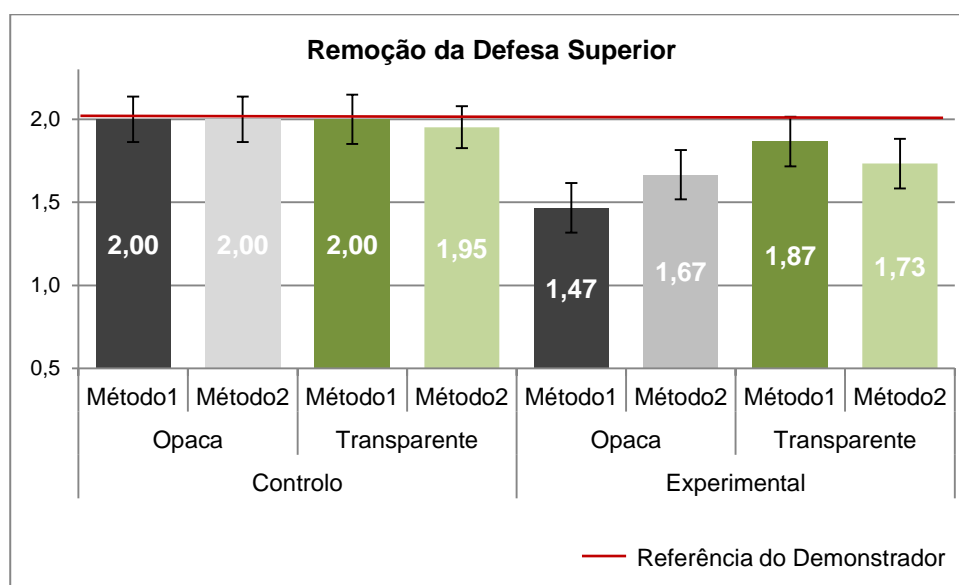


Figura 3. 5: Média (e erro-padrão) da performance de ação para a categoria RDS por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental.

3.1.5 Análise da entrada 4 (“abrir a porta frontal”)

A entrada 4 é, à semelhança da entrada 2, possível de ser realizada de diferentes maneiras de acordo com o método (no método1 “puxar a porta”, no método2 “arrastar a porta”); e corresponde a uma ação relevante que consiste na abertura da porta frontal que permite o acesso à recompensa. A análise realizada para esta categoria não identificou efeitos principais para grupo e condição, nem de interação dupla ou tripla entre os diferentes fatores (todos os $ps>0.12$). No entanto, verificou-se um efeito

marginalmente significativo de método [$F(1,43)=3.409$, $p=.073$, $\eta^2=.087$], onde houve maior imitação da ação observada no método1 ($M=1.984$, $DP=.073$) comparativamente ao método2 ($M=1.739$, $DP=.627$) (figura 3.6).

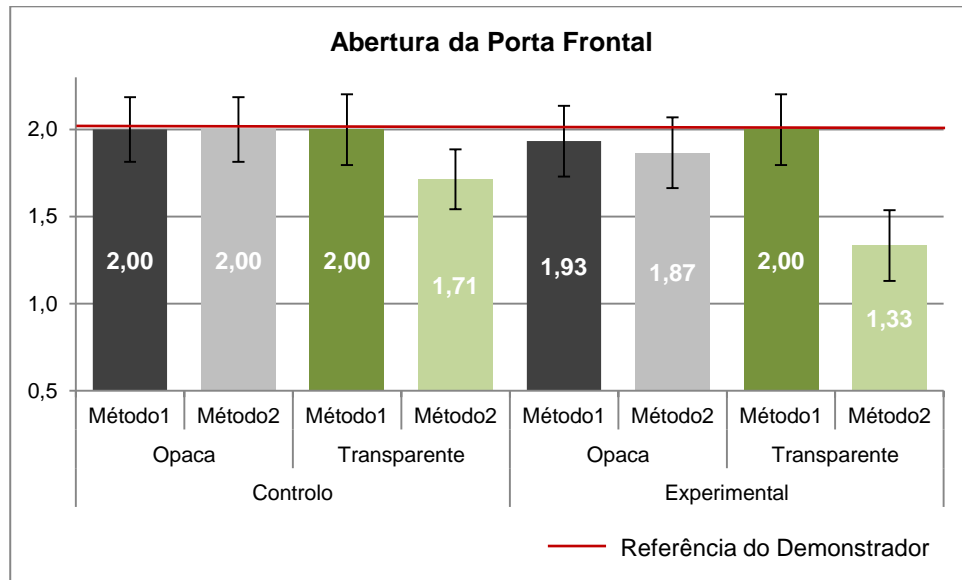


Figura 3. 6: Média (e erro-padrão) da performance da média de ações para a categoria2 entre grupos.

3.1.6 Análise entrada 6 (“obtenção da recompensa”)

Todos os participantes conseguiram realizar a ação de inserção do instrumento no orifício inferior para obtenção da recompensa, e apenas dois participantes do grupo experimental não conseguiram obter a recompensa (num dos três *ensaios* por si realizados, devido a dificuldades de aderência do velcro entre o instrumento e a recompensa). Tal, corresponde a uma elevada eficácia de obtenção da recompensa no grupo experimental: 96,67 % ($M=.967$, $DP=.103$) e no grupo de controlo: 100% ($M=1.00$; $DP=0.00$), não havendo diferenças estatisticamente significativas de efeitos principais ou de interação dupla ou tripla (todos os $ps>0.13$).

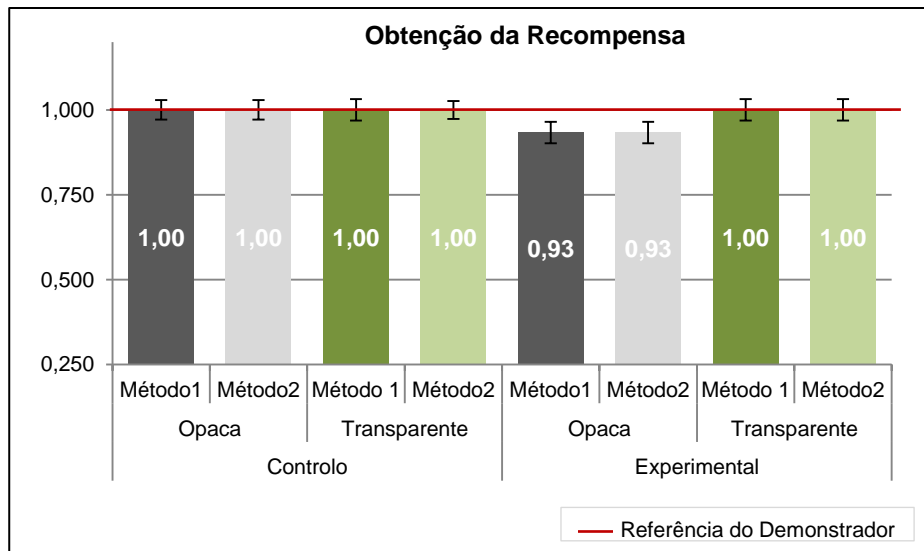


Figura 3. 7: Média (e erro-padrão) da performance de ação para a categoria OR por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental.

3.2 Quociente sobreimitativo

Relativamente ao quociente sobreimitativo conduziu-se uma análise exploratória com o objetivo de averiguar a existência ou ausência de efeitos principais e/ou efeitos de interação entre grupos (controlo, experimental), condições (opaca, transparente) e métodos (1, 2) para as variáveis dependentes: quociente sobreimitativo numa média dos 3 ensaios, e separadamente no Ensaio 1, Ensaio 2, Ensaio 3. Ambos os grupos apresentaram resultados elevados do quociente de sobreimitação, lembrando que o valor de referência do quociente sobreimitativo realizado pelo demonstrador é constante ao longo dos ensaios = 0.75 (resultante de um total de três inserções irrelevantes, das quatro inserções realizadas no procedimento, ie. incluindo a inserção para obtenção da recompensa).

A condução da ANOVA univariada da média dos três ensaios não identificou efeitos estatisticamente significativos para grupo [$F(1,43)=1,417, p=.242, \eta^2=.038$], condição [$F(1,43)=0.052, p=.821, \eta^2=.001$], método [$F(1,43)=0.988, p=.327, \eta^2=.027$]; ou de interação dupla para grupo e condição [$F(1,43)=0.053, p=.819, \eta^2=.001$], condição e método [$F(1,43)=0.603, p=.443, \eta^2=.016$]; ou triplo grupo, condição e método [$F(1,43)=0.102, p=.752, \eta^2=.003$]. Foi observado um efeito marginalmente significativo de interação entre grupo e método [$F(1,43)=3,615, p=.065, \eta^2=.091$].

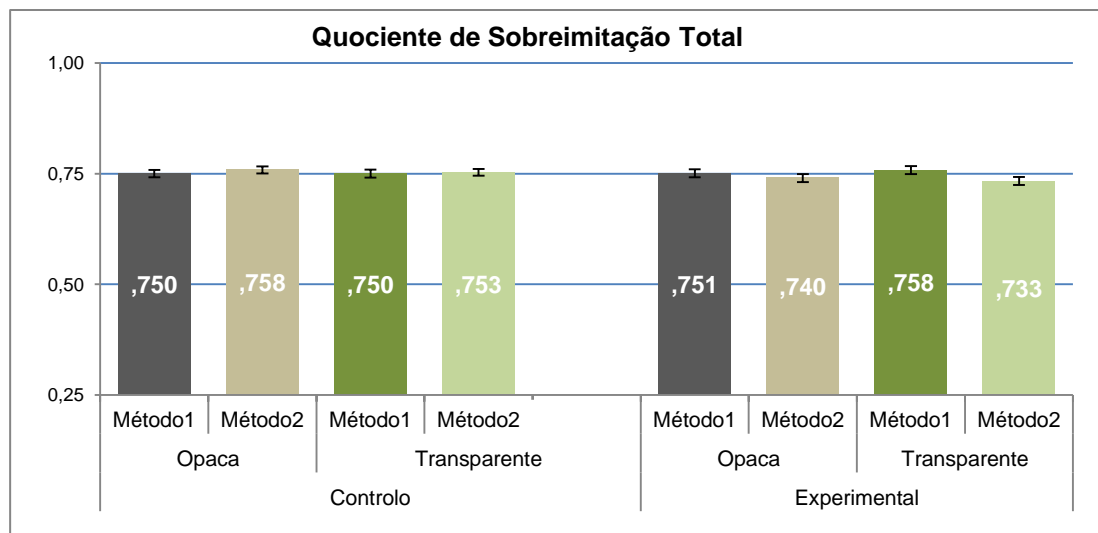


Figura 3. 8: Média (e erro-padrão) do quociente de sobreimitação total por método, para cada condição em cada grupo: controlo e experimental.

De modo a investigar o efeito marginal de interação entre grupo e método conduziram-se testes-*t* para amostras independentes (grupo de controlo vs. experimental) e para os dois métodos existentes (1 e 2). Para o grupo de controlo comparando o método 1 ($M=.750$, $DP=0.000$) com o método 2 ($M=0.755$, $DP=.0014$), não se verificou uma diferença significativa na performance entre métodos [$t(22)=-1,219$, $p=.236$]. Tal como não se verificou para o grupo experimental comparando método 1 ($M=.754$, $DP=0.023$) com o método 2 ($M=0.736$, $DP=.029$) [$t(18)=.1,508$, $p=.149$]. Relativamente ao método realizado, para o método 1 comparando o grupo de controlo ($M=.750$, $DP=.000$) com o grupo experimental ($M=.754$, $DP=.023$) não se verificou nenhuma diferença estatisticamente significativa [$t(19)=-.632$, $p=.535$]. Já para o método 2 a comparação entre grupo de controlo ($M=.755$, $DP=0,014$) e experimental ($M=.737$, $DP=.029$) permitiu novamente identificar o efeito marginalmente significativo [$t(21)=-2,016$, $p=.057$]. Indicando uma maior tendência a sobreimitar, maior número de inserções irrelevantes realizadas pelo grupo de controlo comparativamente ao grupo experimental para o método 2, tendência esta que se apresenta elevada para ambos os grupos relativamente ao método 1 (figura 3.9).

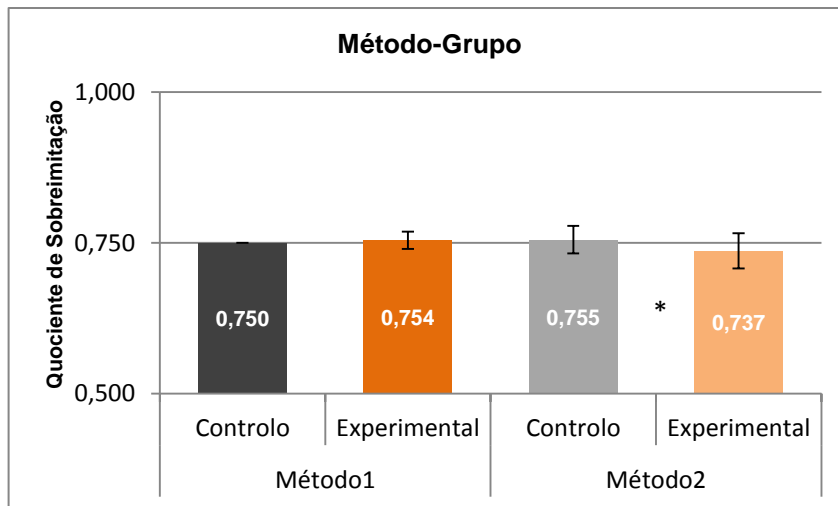


Figura 3. 9: Média (e desvio padrão) do quociente de sobreimitação, diferenças entre grupos para cada método realizado.

Foram conduzidas análises de variância unidirecionais para avaliar o quociente de sobreimitação para os diferentes ensaios realizados (1, 2 e 3), considerando as três variáveis independentes em estudo, não tendo apresentado efeitos estatisticamente significativos de efeitos principais para grupo, condição, método (todos os $ps > .12$), verificando-se contudo um efeito de tendência crescente ao longo dos três ensaios realizados no grupo experimental, sendo o mesmo constante no grupo de controlo.

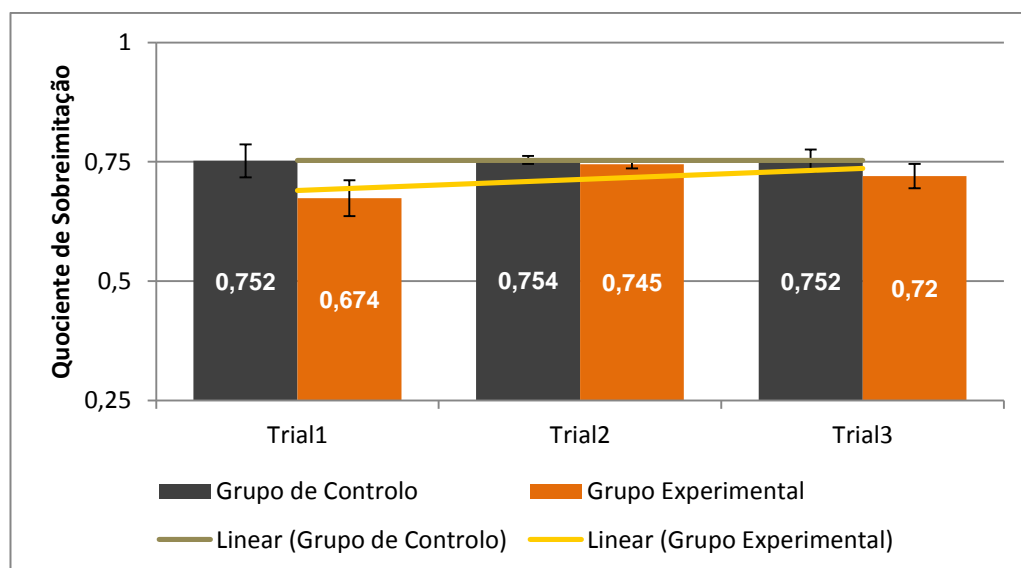


Figura 3. 10: Média (e erro-padrão e tendência) do quociente de sobreimitação obtido para os diferentes ensaios.

3.3 Quociente de Fidelidade

A condução de uma ANOVA univariada para grupo (experimental, controlo), condição (opaca, transparente) e método (1, 2) e entre fatores permitiu identificar um efeito principal significativo de grupo [$F(1,43)=4.276$, $p=.046$, $\eta^2=.106$], apresentando o grupo de controlo ($M=.979$, $DP=.102$) um nível de fidelidade superior para com o protocolo demonstrado, comparativamente ao grupo experimental ($M=.906$, $DP=.157$). Verificou-se igualmente um efeito significativo para método [$F(1,43)=5.208$, $p=.028$, $\eta^2=.126$], apresentando o método 1 ($M=.989$, $DP=.061$) um valor mais elevado, comparativamente ao método 2 ($M=.908$, $DP=.169$). Relativamente aos efeitos de interação, destaca-se um efeito marginalmente significativo entre condição e método [$F(1,43)=3.357$, $p=.075$, $\eta^2=.085$]. Perante tal, recorreu-se ao teste- t (para amostras independentes) *post-hoc* de modo a analisar este efeito marginal de interação, verificando-se que para a condição opaca não há diferenças significativas entre métodos [$t(20)=.409$, $p=.687$], contudo esta diferença revela-se marginalmente significativa para a condição transparente [$t(20)=2.071$, $p=.052$], havendo nesta condição uma fidelidade de protocolo perfeita no método 1 ($M=1.000$, $DP=.000$) comparativamente ao método 2 ($M=.848$, $DP=.211$) (figura 3.11). A mesma análise foi conduzida para averiguar se para cada método em si haveria diferença nas condições realizadas, o que não aconteceu: para o método 1 [$t(19)=-.951$, $p=.353$], e para o método 2 [$t(21)=1.430$, $p=.167$]. Finalmente acresce que não foram verificados efeitos principais para a condição, ou de interação tripla (grupo-condição-método).

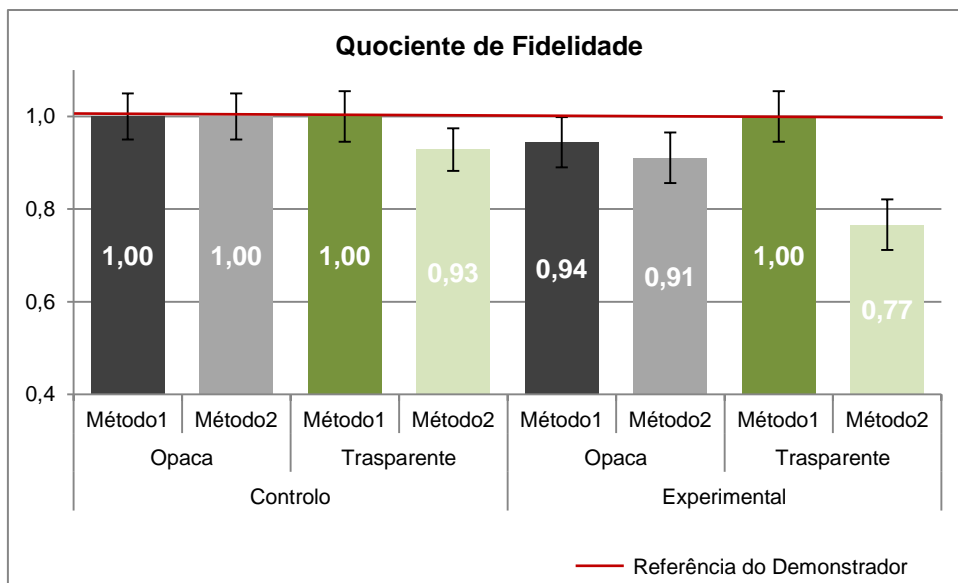


Figura 3.11: Média (e erro-padrão) do quociente de fidelidade total por método para cada condição em cada grupo: controlo e experimental.

A análise da performance dos grupos nos diferentes ensaios realizados (1, 2 e 3), permite verificar que a fidelidade de realização do protocolo de ações foi sempre superior no grupo de controlo, e constante ao longo dos três ensaios realizados (Ensaio1, 2 e3: $M=.979$, $DP=.0.102$), comparativamente ao grupo de experimental que apresentou valores comparativos inferiores, mas com uma tendência crescente entre os três ensaios realizados (Ensaio 1: $M=.883$ $DP=.242$; Ensaio 2: $M=.900$, $DP=.262$; Ensaio 3: $M=.933$, $DP=.183$) (figura 3.12).

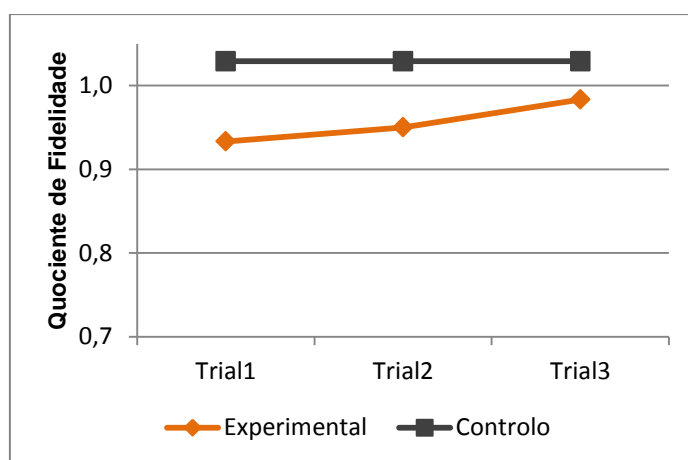


Figura 3.12: Média (e erro-padrão) da evolução do quociente de fidelidade ao longo dos três ensaios realizados, pelo grupo de controlo e experimental.

3.5 Correlação com memória de trabalho

Tendo por base o resultado obtido pelo grupo experimental no subteste da WAIS – memória de dígitos, associado à memória de trabalho verbal. Avaliou-se a existência ou não de uma possível correlação entre o mesmo e performance imitativa no quociente de sobreimitação e de fidelidade. Em ambos os caso não se verificou nenhuma correlação significativa negativa ou positiva, tanto no quociente de sobreimitação [$r(20)=.023$, $p=.925$], como no quociente de fidelidade [$r(20)= -.010$, $p=.965$]. Igualmente, também não se verificou uma eventual correlação entre o índice fatorial de memória de trabalho com o quociente de sobreimitação [$r(20)=-.276$ $p=.240$], nem como no quociente de fidelidade [$r(20)= -.008$, $p=.975$].

Parte 4

Discussão

O presente estudo investigou o padrão de sobreimitação numa população de adultos com PEA de elevado funcionamento. Em particular objetivou-se avaliar os resultados contraditórios existentes na literatura (Nilsen *et al.*, 2013; Marsh *et al.*, 2013) verificando se os indivíduos com PEA demonstrariam a mesma tendência em imitar ações demonstradas com elevada fidelidade ou por sua vez optariam por uma estratégia, mais eficiente de emulação (alcançar o mesmo objetivo por meios diferentes); analisando em particular a imitação de ações causalmente irrelevantes em condições em que a causalidade da ação pode ser percebida (transparente) ou em que a causalidade da ação não pode ser percebida (opaca). Aplicando-se para tal o paradigma experimental de Horner & Whiten (Horner & Whiten, 2005; McGuigan *et al.*, 2007) com um modelo de abordagem de duplo-método, o qual permite analisar a performance de reprodução

de ação do demonstrador pelo participante num conjunto ações irrelevantes e relevantes, bem como calcular o quociente sobreimitativo e o quociente de fidelidade.

Experimentalmente houve um elevado sucesso na realização do paradigma, tendo os participantes iniciado corretamente a tarefa: abordagem inicial do instrumento à caixa-puzzle, e obtido a recompensa no seu final com elevado nível de eficácia: 100% de obtenção da recompensa no grupo de controlo, e 96.67% no grupo experimental. Contudo, destacam-se diferenças na performance dos participantes no modo de resolução da tarefa. De fato, encontrou-se um padrão no desempenho de ação dos participantes, tendo nos parâmetros centrais de estudo: entradas 2 e 4 (passíveis de serem executadas de maneiras diferentes de acordo com o método aplicado: "puxar vs. empurrar; e, abrir vs. deslizar") e no quociente de sobreimitação e de fidelidade, revelado na sua análise efeitos de grupo ou de interação grupo x método. Assim, 3 destas 4 medidas avaliadas revelaram uma tendência para a emulação da ação pelo grupo experimental, que não se manifestou no grupo de controlo (tendência imitativa).

Estes resultados opõem-se à visão de que participantes com PEA devem ser considerados, à semelhança de participantes neurotípicos, de verdadeiros imitadores e não emuladores (Nielsen *et al.*, 2013). Uma vez que, o grupo experimental à exceção da entrada 4 (ação causalmente relevante: modo de acesso à recompensa), apresentou uma performance deficitária não só na imitação da ação demonstrada, como também na fidelidade de cumprimento do protocolo de ações. Este padrão verificado vai de encontro aos resultados de Marsh *et al.* (2013) que reportaram que crianças com PEA não sobreimitavam as ações modeladas. Estendendo com os nossos resultados esta anulação de manifestação do padrão sobreimitativo para a população com PEA adulta, apresentando um défice para sobreimitar, uma vez que o fenómeno de sobreimitação está descrito e presente na população adulta com desenvolvimento neurotípico.

O excesso na fidelidade de imitação no processo imitativo das ações irrelevantes tanto na condição opaca como na transparente pelos participantes neurotípicos adultos reforça os resultados de McGuigan *et al.* (2011), onde foi verificado o padrão sobreimitativo numa condição de causalidade transparente. Uma hipótese alternativa para este fenómeno aparentemente irracional é a hipótese de processo automático de codificação, a qual assume a sobreimitação como uma resposta automática (Lyons *et al.*, 2007; Lyons *et al.*, 2011) e que representa uma vantagem no processo de

aprendizagem em cenários do quotidiano (Lyons *et al.*, 2011). Num mundo em que há um aumento de tecnologia e dispositivos opacos, esta aprendizagem suporta e ajuda a propagar a nossa herança e artefactos culturais, sendo sugerido que a fidelidade da cópia no processo imitativo potencializa e fortalece a aprendizagem em contexto social (McGuigan *et al.*, 2011; Over & Carpenter, 2012). Assim, esta resposta imitativa excessiva, aparentemente errante e menos eficaz representa um comportamento altamente adaptativo especialmente a lidar com novos objetos opacos, os quais nos são presentes no dia-a-dia no contexto sociocultural.

Apesar de o paradigma experimental no presente estudo se opor ao de Marsh *et al.* (2013), o qual recorreu a objeto familiar com recurso a um comando verbal que reforçava o objetivo da ação (introduzindo um viés para a emulação); verificamos na mesma uma tendência para emular a ação por parte dos participantes com PEA, mesmo em situações em que objeto utilizado é novo e não familiar, e o comando verbal é controlado (sem enviesamento para a imitação/emulação). Estes resultados encontrados são consistentes com os dados de Carmo *et al.* (2013) na dificuldade reportada para crianças com PEA que apresentavam uma redução na habilidade de imitar gestos novos não familiares por uma limitação na imitação de ações pela via direta. Tendo a nossa amostra de indivíduos com PEA, e em claro contraste com o estudo de Nielsen *et al.* (2013) em que apenas objetos opacos foram utilizados, revelado uma falha na tendência a sobreimitar independentemente do acesso à causalidade da ação demonstrada. Apresentando assim uma tendência a emular as ações demonstradas na condição opaca e na condição transparente comparativamente ao grupo de controlo. Este padrão aparenta ser mal adaptativo e suporta a ideia que indivíduos com PEA apresentam défices nos processos imitativos (Williams *et al.*, 2004; Carmo *et al.*, 2013, Marsh *et al.*, 2013, Edwards, 2014).

O facto de não se verificar um padrão de sobreimitação no grupo experimental pode ser explicado de acordo com dois modelos vigentes para a imitação de ações: de Tessari & Rumiati (2004) e de Hamilton (2008), os quais partilham propriedades semelhantes. De acordo com o primeiro modelo de Dupla-Rota, um mecanismo sub-lexical direto representa a principal via (mas não única) dedicada à reprodução de ações sem significado atribuído, ações novas ie. não presentes no repertório motor; enquanto o mecanismo léxico-semântico indireto representa uma via que apenas é utilizada na produção de ações que já forma previamente adquiridas. Neste a via direta está

dependente do sistema de memória de trabalho de curto prazo, ao qual é exigido uma codificação e tradução do gesto desconhecido para o sujeito e para o movimento a imitar (*in/output* visuomotor); enquanto a via léxico-semântica depende do acesso a representações de planeamento motor através do sistema de memória de longo prazo (Tessari & Rumiati, 2004). Assim, a falha na sobreimitação pode ser explicada por um incorreto mecanismo de suporte básico à imitação de gestos novos ou sem significado, ou seja uma falha na via direta do modelo de Dupla-Rota (Tessari & Rumiati, 2004) já previamente reportada e sugerida como deficitária (Carmo *et al.*, 2013), ou na via de mímica do modelo EP-M (Hamilton, 2008). Onde na cópia de ações, os indivíduos com PEA apresentam uma via de planeamento para processos emulativos (EP) intacta (Hamilton, 2008) a qual é utilizada na resolução de tarefas direcionadas para um objetivo. Salientando-se que os dados obtidos suportam a ideia que indivíduos com PEA manifestam uma resposta tendencialmente e excessivamente emulativa em ações realizadas com objetos novos opacos, onde ações irrelevantes podem ser conceptualmente necessárias. Isto é, há uma emulação excessiva mesmo quando a causalidade da ação não pode ser diretamente percebida. Esta tendência para a emulação no grupo experimental, sugere então um correto acesso à informação léxico-semântica (Tessari & Rumiati, 2004) com uma função preservada do circuito IPL (lóbulo parietal inferior) da via EP (Hamilton, 2008), enquanto rede neural que providencia uma representação semântica mais abstrata do objetivo da ação observada, cujo *input* direcionado para o sistema motor que contribui para que o observador encene o plano motor observado e reproduza a ação (Buxbaum *et al.*, 2005, Hamilton, 2008). O que em termos cognitivos conecta indiretamente um estímulo visual, como um ação observada ou a manipulação de um objeto, a uma resposta motora correspondente (Hamilton, 2013). E uma via M deficitária ou empobrecida de suporte à imitação directa visuomotora, a qual não consegue mediar directamente associações entre as representações visuais das características da ação, e as representações motoras dessas mesmas características, sem necessidade de um processamento abstrato (Hamilton, 2008).

No presente estudo verificamos uma tendência dos participantes para a emulação da ação [já previamente discutida à base dos modelos neurocognitivos de Dupla-Rota (Tessari & Rumiati, 2004) e EP-M (Hamilton, 2008)], na realização de uma tarefa direcionada para um objetivo em diferentes acessos causais, com uma maior dificuldade

no controlo e imitação automática das ações irrelevantes demonstradas, tanto em situações em que há apenas uma possibilidade de realização (entrada 1 – número de toques, com performance irregular por parte do grupo experimental face ao demonstrado), como, e especialmente, na realização de ações irrelevantes cujo haja uma possibilidade dupla de a realizar (duplo-método, como por exemplo na entrada 2).

Estas dificuldades são consistentes com outros resultados reportados para esta população na maior facilidade de reproduzir os objetivos, em vez do estilo da ação demonstrada (Hobson & Lee, 1999, Hamilton *et al.*, 2007, Edwards, 2014), na imitação preferencial de partes instrumentais funcionais comparativamente a outras características da ação (Rogers *et al.*, 2010), numa redução na habilidade de imitar gestos novos ou não familiares (Carmo *et al.*, 2013) e na preferência de realização dos estados finais da ação na manipulação de um objeto, ie. emular, em diferentes situações de saliência do objetivo funcional no uso de um objeto não-familiar (Jiménez, Lorda & Méndez, 2014) ou familiar (Jiménez, Órtiz-Tudela, Méndez & Lorda, 2015). Sendo os resultados consistentes com um défice específico da via M (Hamilton, 2008), e/ou via Direta (Carmo *et al.*, 2013) agora alargado a um paradigma de sobreimitação, que podem conduzir a um padrão comportamental anormal, especificamente em tarefas que são mais dependentes de imitação espontânea do padrão motor observado, onde indivíduos neurotípicos apresentam uma tendência a replicar os objetivos por uma imitação correspondente da ação observada.

A sobreimitação pode indexar a motivação de um indivíduo para afiliar socialmente, suportada com base num processo de correspondência visuomotora direta entre ação observada e ação motora correspondente. A redução da imitação verificada, associada ao maior número de erros na realização de ações não relevantes para com o objetivo da tarefa, vai de encontro aos dados reportados por Marsh *et al.* (2013) onde foi sugerido que uma possível causa para as diferenças comportamentais observadas na realização a tarefa por parte das crianças com PEA poderia ser uma falha na adoção do mesmo objetivo que o demonstrador. Dificuldade esta também encontrada nos nossos resultados que podem ter condicionado a falha na sobreimitação das ações irrelevantes por parte dos participantes adultos com PEA comparativamente ao grupo de controlo. Bem como um resultado de realização do protocolo de ações demonstrado sistematicamente inferior ao longo dos ensaios, mas com capacidade preservada para realizar as ações relevantes para com o objetivo percebido da tarefa. Salientando

que os nossos resultados se opõem aos resultados previamente encontrados os quais sugeriam que as crianças com PEA (à semelhança de crianças de desenvolvimento neurotípico) não fixam apenas parte da ação, mas sim a sequência de ações realizadas na demonstração (Rizzolatti & Sinigaglia, 2010; Rogers *et al.*, 2010, Nielsen *et al.*; 2013), e como tal tendem a imitar e sobreimitar, não emulando a ação (Nielsen *et al.*, 2013). De fato, o estudo presentemente conduzido verificou uma dificuldade na imitação de ações não relevantes, com uma falha na sobreimitação, como também uma notória diminuição na sequência do protocolo de ação realizado, avaliada através do quociente de fidelidade (Berl & Hewlett, 2015) (medida objectiva e comparável introduzida no presente estudo) por parte dos participantes com PEA adultos.

Criticamente, o protocolo experimental de Nielsen e colaboradores (2013) direcionado para a tarefa de sobreimitação era constituído por três caixas opacas, no qual era conduzido por um demonstrador 1 ação relevante vs. 1 ação irrelevante; tal difere do paradigma de Horner & Whiten (2005) correntemente replicado que utiliza um maior conjunto de ações irrelevantes e relevantes realizadas. De fato, se só analisássemos a primeira ação irrelevante, os resultados poderiam estar enviesados para uma imitação excessiva, onde o número de toques realizado pelos participantes do grupo experimental não é constante ao longo dos ensaios e varia comparativamente ao demonstrado, opondo-se a uma correta e invariável performance do grupo de controlo nesta mesma ação.

Inicialmente propusemos que as diferenças nos resultados reportados nos estudos existentes na literatura que avaliam a sobreimitação de ações irrelevantes na PEA (Marsh *et al.*, 2013; Nielsen *et al.*, 2013) pudessem estar associadas à informação causal. Contrariamente ao esperado tal não se verificou. No presente estudo não se verificaram efeitos de condição (opaca e transparente), e como tal não validamos que as diferenças de performance encontradas em ambos os grupos estariam dependentes da disponibilidade de acesso à informação causal. De fato levantou-se a hipótese de que os resultados reportados no estudo experimental de Nielsen *et al.* (2013) na confirmação da falha da tendência a sobreimitar na PEA fossem resultantes da opacidade do material utilizado no paradigma (isto é sem acesso à informação causal), e como tal pudessem ter condicionado que as ações irrelevantes realizadas pelo demonstrador fossem percebidas e processadas como relevantes pelos participantes, explicando o padrão normal de imitação e sobreimitação encontrado. A análise dos resultados obtidos não

encontrou diferenças na disponibilidade de informação causal. Não conseguimos, portanto, sugerir qualquer outra razão para que os correntes resultados difiram dos de Nielsen *et al.* (2013), tendo em ambas as condições (opaca e transparente) os participantes do grupo experimental demonstrado uma pior performance imitativa comparativamente ao grupo de controlo.

Investigação recente sugere que a tendência da população com PEA se focar no objetivo da ação pode ser derivada do nível de “*affordance*” das propriedades da ação, e menos das pistas sociais do providenciado pela intenção do demonstrador (D’Entremont & Yazhek, 2007; Vivanti, McCormick, Young, *et al.*, 2011). Vivanti e colaboradores (2011) conduziram uma experiência de “*eye tracking*”, em que os participantes tinham que completar as ações com base em objetivos após visualizarem um vídeo em que o demonstrador iniciava a ação mas não a terminava. Os resultados reportados indicaram uma tendência nos participantes com PEA em completarem as ações de acordo com o nível de “*affordance*” sugerido pelas propriedades do objeto, e não pelas intenções do demonstrador (orientadas por pistas faciais e de fixação do olhar) (Vivanti *et al.*, 2011). Surpreendentemente neste estudo foi claro um efeito de método, onde uma das possíveis combinações protocoladas de ações (método 2: deslize da porta frontal) apresentou resultados diferentes entre grupos e dentro dos grupos. Apesar de não se ter manipulado o nível de “*affordance*” de cada ação, este fator conduziu fortuitamente a diferenças observadas entre os dois grupos, uma vez que destaca a influência das propriedades entre as funções do objeto e o seu potencial de ser utilizado (Norman, 1999; Klein & Zentall, 2003). O reconhecimento destas propriedades parece então ter facilitado a exploração por parte dos participantes no seu repertório motor de estratégias eficientes para obtenção da recompensa que podem ou não ir de encontro as ações observadas, neste caso uma maior facilidade para abertura da porta frontal (método 1) comparativamente ao seu deslize (método 2). Apesar de termos rejeitado a hipótese da manifestação de padrão de sobreimitação mesmo em situações sem acesso a informação causal, mesmo sem diretamente manipular as “*affordances*” das ações para com o objeto, os nossos resultados são sugestivos de que os mesmos seriam ainda mais proeminentes se o paradigma de abordagem de duplo-método utilizado incorporasse um dos métodos em que a propriedade da ação tivesse um elevado nível de “*affordance*” e que realçasse a tendência para emular as ações e resolver a tarefa por meios pessoais em vez de copiarem o observado dos participantes com PEA.

4.1 Limitações do Estudo

O presente estudo baseou-se na reaplicação do paradigma de Horner & Whiten (2005) para avaliar a manifestação do fenómeno sobreimitativo na PEA, aplicando-se a mesma metodologia de um modo restrito e controlado, nomeadamente na realização e codificação estandardizada em vídeo do paradigma. Deste modo, não foram contabilizados erros “extra” que surgiram e foram reportados ou identificados pelos participantes e correctores ao longo da tarefa, pois não constavam na lista de correcções inicial. Sendo relevante relembrar que emulação é um processo diversificado associado à “re-encenação” do uso do objeto previamente demonstrado (Whiten *et al.*, 2004; Custance *et al.*, 2006), onde a imitação que está mais associada às características cinemáticas visuais e motoras da ação. (Hamilton, 2008; Gowen, 2008, Whiten *et al.*, 2009), enquanto a emulação considera o objetivo da ação demonstrada, onde um modelo pode imitar uma ação observada, mesmo sendo capaz de a emular (Whiten *et al.*, 2009). E como tal, estes erros poderiam ter interesse no sentido de contribuir para uma maior discussão dos resultados apresentados, denunciando uma tendência dos participantes para emular a ação. No grupo de controlo 1 participante perguntou entre demonstrações (não obtendo resposta por parte do demonstrador, sendo cumprido o protocolo controlado de ações e comandos verbais, transversal a toda a experiência) se poderia “ir diretamente à recompensa”. Assim, mesmo tendo imitado a ação denuncia uma capacidade emulativa preservada. Já no grupo experimental estes erros identificados mas não contabilizados foram mais frequentes. Sendo exemplo dos mesmos: utilizar o instrumento com orientação errada: realização da ação irrelevante com extremidade do instrumento (lado do velcro) diferente do demonstrado; ou orientação do instrumento diferente (demonstrador utiliza verticalmente vs. participante horizontalmente); realizar a tarefa com extrema rapidez, ou lentidão (independentemente da performance); questionar frequentemente entre ensaios o “porquê de repetir, se já fiz a tarefa” ou que “já percebi”.

Estas diferenças levam-nos a refletir que um dos possíveis complementos à gravação em vídeo e ao protocolo aplicado seria controlar o tempo de realização das ações demonstradas, e monitorizar o tempo de resposta e de execução da tarefa pelos participantes, e avaliar erros de hierarquia mais baixa para com o objetivo (por exemplo: ritmo do toque, amplitude de movimento, organização no espaço). A imitação

automática está relacionada com o processamento implícito das características visuais e motoras mais básicas da ação, como por exemplo movimento realizado, trajetória, velocidade; tendo resultados demonstrado em participantes neurotípicos que a imitação automática é modelada por estas características cinemáticas observadas em condições de imitação sem objetivo atribuído (Kelly, Poliakoff, Jerisson, & Gowen 2010). Onde o mapeamento visuomotor é favorecido nestas circunstâncias, sendo comprometido na presença de objetivos (Kelly *et al.*, 2010; Gowen & Poliakoff, 2012). Assim uma monitorização comparativa entre a velocidade de realização da ação executada pelo participante para com o demonstrado, ie. ritmo de toque e tempo despendido em cada entrada (irrelevante vs. relevante, tempo de início da realização da ação nas entradas de duplo método que permitem a realização da ação observada de diferentes maneiras, ou manipulação do tempo da demonstração ao participante), poderia ter-se revelado vantajoso, dando maior robustez aos resultados encontrados. De fato ao avaliar tal poderíamos complementar o estudo conduzido na sugestão de um défice seletivo na via M da imitação das características de baixo nível hierárquico de acção em processo automáticos nas PEA associado à ausência de atribuição de um objetivo com envolvimento de um possível comprometimento de integração visuomotor. Especulando-se que nas ações relevantes direcionadas para um objetivo haveria uma maior precisão de realização da ação para com o demonstrado pelos participantes PEA pelo acesso a representações de ações já presentes em memória do repertório motor. Com menor precisão e menor realização destes detalhes mais básicos da ação em ações irrelevantes sem um objetivo claro atribuído por défice na via M.

Poderia igualmente ter sido vantajoso realizar uma tarefa complementar de avaliação da compreensão e discriminação racionalidade da ação (tal como aplicado por Marsh *et al.*, 2013), onde após realização do protocolo experimental seria aplicada uma escala aos participantes que avaliaria se a ação era considerada necessária ou desnecessária para com o objetivo final (ver Marsh *et al.*, 2013). De fato estes autores verificaram que apesar de ambos os grupos manifestarem uma capacidade preservada em discriminar das ações realizadas durante a tarefa, houve um resultado significativo de melhor discriminação de relevância por parte das crianças de desenvolvimento neurotípico. O que sugere que as diferenças nos resultados não possam ser explicadas por uma maior compreensão da relevância ou irrelevância das ações demonstradas. O fato dos resultados obtidos no nosso estudo, em adultos, irem de encontro aos de Marsh

e colaboradores (2013) são sugestivos de uma possível falha desta população em conseguir adotar a mesma estratégia/objetivos do demonstrado. Com menor desejo ou habilidade de afiliar, ou reduzida motivação social (Over & Carpenter, 2012; Marsh *et al.*, 2013), e não de uma interpretação racional normativa da ação, que descreve a sobreimitação como resultante de um processo convencional flexível (Keupp *et al.*, 2013; Keupp *et al.*, 2015).

4.2 Investigações Futuras

A investigação atual conduzida sobre as limitações nos processos imitativos começa a ganhar novos rumos. Um debate que ainda aguarda clarificação está relacionado com o controlo da imitação destacando-se autores sugerem limitações específicas no SNE (Willians *et al.*, 2001, Dapretto *et al.*, 2006; Iacoboni & Dapretto, 2006). Outros autores referem que a reprodução das ações não funcionais pode ser conduzida por um processo de imitação automático, ou *priming* motor (Heyes, 2011) o qual é sugerido como limitado nas PEA (McIntoch, Reichmann-Decker, Winkielman & Wilbarger, 2006). Finalmente há autores que destacam a influência de ativação do córtex pré-frontal medial na teoria da mente como preditor da performance imitativa automática na PEA (Spengler, Bird & Brass, 2010), onde estas diferenças no controlo da imitação nesta população podem estar associadas a processos de controlo descendentes. Destacando um alargamento do circuito neuronal de apoio à imitação com uma inclusão das pistas sociais e influência do contexto social, isto é nas relações estabelecidas entre o circuito visuomotor do córtex parietal-prémotor (Buxbaum & Kalénine, 2010, Vivanti & Hamilton, 2014) e o controlo na resposta por influência de modulação descendente do córtex pré-frontal, modelo STORM (Wang & Hamilton, 2012) opondo-se assim a uma justificação através de um SNE global deficitário.

No futuro será então relevante direcionar esforços na pesquisa que tentem responder a este grande desafio nesta população, na identificação de diferentes fatores que combinados condicionam as diferentes manifestações reportadas sociocognitivas de impacto comportamental. Com identificação dos sistemas neurocognitivos que suportam a imitação e os seus possíveis constituintes de tarefa que tornem possível particularizar dentro da variância do espectro diferentes performances e dificuldades na imitação. Apesar da influência dos mecanismos de controlo sobre imitação e sobreimitação não terem sido objetivo direto do nosso estudo (mas sim a manifestação do fenómeno de sobreimitação), os nossos resultados corroboram com hipótese postulada por Hamilton (2008) numa falha seletiva sobre a via M visuomotora de suporte à imitação, e/ou via Direta (Carmo *et al.*, 2013), a qual aparenta apresentar uma função deficitária, após testarmos diretamente a relevância das ações perante diferentes tipos de opacidade para a causalidade do objetivo do demonstrador, com preservação de um padrão de resposta tendencialmente emulativo.

Tal pode ser orientador de questões sobre o modo como o SNE pode estar afetado na PEA, e quais as consequências do mesmo na produção de ações observada nesta população. Isto é, enquanto possibilidade dos défices na imitação serem causados por processos perceptuais ou causados por défices sensoriomotores (Jiménez *et al.*, 2015) uma vez que percepção e processamento motor estão intimamente ligados, onde a percepção das ações dos outros é atribuída à mesma função de espelho que é reportada como deficitária em alguns estudos (Kin, Jones, Schultz & Volkmar, 2003). Neste sentido as diferentes performances observadas pelos participantes com PEA no presente estudo realizado num paradigma de sobreimitação, vão de encontro aos resultados de Jiménez e colaboradores (2015), sugestivos de uma diminuição nas propriedades de processamento de espelho no mapeamento do “eu com o outro”, na performance imitativa em tarefas de imitação explícita onde os processos de transformações automáticos parecem estar parcialmente limitados. O que pode condicionar a linha de investigação sobre o efeito de modelação na imitação. Já que uma das críticas apresentadas ao modelo STORM é não justificar a falha na precisão no processo imitativo, uma vez que postula que os processos descendentes determinam quando a imitação ocorre, e como tal se esta ocorre deverá ser então precisa na PEA (Wang & Hamilton, 2012). Aspeto que necessita de um melhor esclarecimento, de modo a permitir identificar se esta dificuldade na modelação descendente se deve a uma dificuldade na população com PEA em detetar pistas sociais, ou em implementar um controlo eficaz, ou ainda numa reduzida motivação de filiação com o próximo (Vivanti & Hamilton, 2014), verificando se há diferenças na modelação descendente na imitação, da modelação descendente de controlo de outras funções não sociais.

Finalmente destaca-se que o presente estudo teve por base a existência de dados contraditórios reportados (Marsh *et al.*, 2013, Nielsen *et al.*, 2013). Inconsistências semelhantes recolhidas em tarefas e paradigmas de imitação tanto na PEA como na população neurotípica devem ser aprofundados em ordem de uma melhor compreensão (i) do impacto do SNE no mapeamento “eu-outro” durante processos imitativos, (ii) clarificar a complexa interligação entre as funções cognitivas motoras, sensoriomotora e função social em relação a estes processos, isto é se o sistema visuomotor pode estar fracionado, e se sim, como? Direcionando os esforços da investigação futura para as particularidades dos padrões identificados na PEA, em vez de testar globalmente se a imitação está ou não limitada. Onde diferenças de performance individuais possam ser

mapeadas em diferentes perfis neuropsicológicos dos participantes que permitam determinar quando é que o nível de severidade da limitação (como por exemplo: planeamento motor, objetivo da ação dificuldades na atenção social) prediz a performance na realização de tarefas que apresentam determinada exigência em áreas neurocognitivas específicas (Vivanti & Hamilton, 2014). Com um desafio crucial debruçado na distinção sobre o que é que a população dentro do espectro da PEA consegue realizar, do que é que realmente consegue realizar no seu dia-a-dia (Klim *et al.*, 2003), ajustando o tipo de terapêuticas que podem facilitar défices específicos reportados, dado a função da imitação nos processos de aprendizagem e integração social.

Conclusão

Iniciou-se esta investigação com a pergunta: verifica-se ou não a manifestação de sobreimitação numa população adulta com PEA. Confrontando dados existentes da neurociência cognitiva, e da cognição comportamental, com a performance experimental numa tarefa de imitação explícita na resolução de um paradigma direcionado para um objetivo-tarefa, avaliando o efeito da causalidade e relevância de ações demonstradas.

Sumariamente o estudo realizado mostrou consistentemente que indivíduos com PEA em comparação com indivíduos neurotípicos emparelhados, tendem a não sobreimitar as ações observadas e desempenhar tendencialmente uma resposta emulativa para com a resolução da tarefa previamente demonstrada, estendendo os dados reportados em crianças com PEA, para uma população adulta. Opondo-se igualmente ao trabalho prévio de Nielsen *et al.* (2013), tendo os presentes resultados sugerido que esta tendência emulativa ocorre não só em ações causalmente transparentes (como inicialmente hipotetizado) como também em ações cuja opacidade do objeto não permite obter um acesso causalmente informativo da relevância da ação para com o objetivo final, sendo uma resposta comportamental particularmente mal adaptativa. Estes dados são consistentes com um défice seletivo na imitação automática reportados para esta população e com a hipótese de um sistema direcionado para a imitação com estruturas do SNE constituído por duas vias distintas. Uma via indireta EP que se encontra preservada e permite um acesso à memória semântica e a representações abstratas de ações já presentes no repertório motor, que suporta processos emulativos de ações direcionados para um objetivo. E uma via direta M seletivamente limitada, que suporta a imitação automática pelo com mapeamento direto das características visuais da ação visual observada, com as características motoras da ação (Hamilton, 2008).

Espera-se que estes dados contribuam para melhor caracterizar, identificar os défices imitativos reportados para a PEA, bem como incentivar investigação futura e facilitar a promoção de estratégias integrativas sociais fundamentais para potencializar e otimizar a qualidade de vida desta população.

Referências Bibliográficas

American Psychiatric Association. (1994). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th ed.). Washington, DC: Author.

American Psychiatric Association. (2013). DSM-V, Manual de Diagnóstico e Estatística das Perturbações Mentais. 5ª Edição. Climepsi Editores. ISBN: 978-972-796-347-8.

Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition*. 21: 37-46.

Berl, REW. & Hewlett, BS. (2015). Cultural variation in the use of overimitation by the Aka and Ngandu of the Congo Basin. *PLoS ONE*. 10(3): 1-20.

Beauchamp MS, Martin A. (2007). Grounding object concepts in perception and action: evidence from fMRI studies of tools. *Cortex*. 43: 461-468

Bekkering, H.; Wohlschläger, A. & Gattis, M (2000). Imitation of gestures in children is goal-directed. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 53(1): 153-164.

Binfoski, F., Buccino, G., Zilles, K. & Fink, G. R. (2004). Supramodal representation of objects and action in the human inferior temporal and ventral premotor cortex. *Cortex*. 40(1): 159-161.

Brass, M., Derrfuss, J., Matthes-von Cramon, G., & von Cramon, D. Y. (2003). Imitative response tendencies in patients with frontal brain lesions. *Neuropsychology*. 17: 265-271.

Brass, M., Derrfuss, J., & von Cramon, D. Y. (2005). The inhibition of imitative and overlearned responses: A functional double dissociation. *Neuropsychologia*, 43: 89-98.

Buccino, G.; Binfoski, F. & Riggio, L. (2004a). The mirror neuron system and action recognition. *Brain and Language* 89: 370-376.

Buccino, G.; Cossu, G.; De Fanti, A.; Manotti, C.; Izzi, G. C. & Mancina, D. (2004b). Neural circuits in the recognition of actions performed by nonconspecifics: an fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 16(1): 114-126.

Buxbaum, L. J., Kyle, K. M., & Menon, R. (2005). On beyond mirror neurons: Internal representations subserving imitation and recognition of skilled object-related actions in humans. *Cognitive Brain Research*. 25(1). 226–239.

Buxbaum, L. J., & Kalenine, S. (2010). Action knowledge, visuomotor activation, and embodiment in the two action systems. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1191: 201–218.

Byrne, R. W. & Russon, A. E. (1998). Learning by imitation: a hierarchical approach. *Behavioral Brain Science*. 21: 667-684.

Byrne, R. W. (2002). Seeing actions as hierarchically organized structures: grape ape manual skills. *The Imitative Mind. Development Evolution, and Brain Bases*. Cambridge: Cambridge University Press: 122-130.

Byrne, R. W. (2005). Social Cognition: Imitation, Imitation, Imitation. *Current Biology*. 15 : 498-500.

Carmo, J. C.; Rumiati, R.; Siugzdaite, R. & Brambilla, P. (2013). Preserved imitation of know gestures in children with high-functioning autism. *ISRN Neurology*, 2013 (ID751516):1-8.

Csibra, G. (2007). Action mirroring and action understanding: an alternative account. *Sensorimotor Foundations of Higher Cognition: Attention and Performance*. Oxford University Press. 12: 435–480.

Custance, D., Prato-Previde, E., Spiezio, C. & Rigamonti, M. M. (2006). Social learning in pig-tailed macaques (*Macaca nemestrina*) and adult humans (*Homo sapiens*) on a two-action artificial fruit. *Journal Comparative Psychology*. 120: 303–313.

Dapretto, M.; Davies, M. S.; Pfeifer, J. H.; Scott, A. A.; Sigman, M.; Bookheimer, S. Y. & Iacoboni, M. (2006): Understanding emotions in others: mirror

neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nature Neuroscience*. 9:28–30.

D'Entremont, B., & Yazhek, A. (2007). Imitation of intentional and accidental actions by children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 37(9): 665–1678.

Edwards, L. A. (2014) A Meta-Analysis of Imitation Abilities in Individuals With Autism Spectrum Disorders. *Autism Research*. 7(3): 363-380.

Fawcett, Skinner & Goldsmith, (2002). A test of imitative learning in starlings using a who-action method with an enhanced ghost control. *Animal Behavior*, 63: 547-556.

Frith, U., & Happe, F. (1994). Autism: Beyond "theory of mind". *Cognition*. 50: 115-132.

Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L. & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*. 119: 593-609.

Gallese, V.; Keysers, C. & Rizzolatti, G. (2004). A Unifying view of the basis of social cognition. *Trends in Cognitive Science*. 8:396-403.

Gibson, J. J. (1978). The ecological approach to visual perception of pictures. *Leonardo*. 11:227-235.

Goldenberg G. (2009). Apraxia and the parietal lobes. *Neuropsychologia*. 47:1449–1459.

Gowen, E. (2008). Movement interference in autism-spectrum disorder. *Neuropsychologia*. 46 : 1060–1068

Gowen, E. & Poliakoff, E. (2012). How does visuomotor priming differ for biological and non-biological stimuli? A review of the evidence. *Psychological Research*.76: 407-420.

Hamilton, A. F. de C., Brindley, R. M., & Frith, U. (2007). Imitation and action understanding in autistic spectrum disorders: how valid is the hypothesis of a deficit in

the mirror neuron system? *Neuropsychologia*. 45(8): 1859–1868.

Hamilton, A. F. de C. (2008). Emulation and mimicry for social interaction: a theoretical approach to imitation in autism,” *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 61(1): 101–115.

Hamilton, A. F. de C. (2013). Reflecting on the mirror neuron system in autism: A systematic review of current theories *Development. Cognitive Neuroscience*.. 3: 91–105.

Hamilton, A. F. de C. (2015). The Neurocognitive Mechanisms of Imitation. *Current Opinion in Behavioural Sciences*. 1-10.

Happe, F. G. (1995). The role of age and verbal ability in the theory of mind task performance of subjects with autism. *Children Development*. 66: 843-855.

Heyes, C. (2001). Causes and consequences of imitation. *Trends in Cognitive Science*. 5: 253-261.

Heyes, C. (2009). Evolution, development and intentional control of imitation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 364: 2293-2298.

Heyes, C. (2011). Automatic imitation. *Psychological Bulletin*. 137: 463–484.

Hecht, E.E., Gutman, D.A., Preuss, T.M., Sanchez, M.M., Parr, L.A., Rilling, J.K. (2013). Process versus product in social learning: comparative diffusion tensor imaging of neural systems for action execution–observation matching in macaques, chimpanzees, and humans. *Cerebral Cortex*. 23: 1014–1024.

Hill, E. L. (2004). Executive dysfunction in autism. *Trends in Cognitive Sciences*. 8(1): 26-32.

Hobson, R. P., & Lee, A. (1999). Imitation and identification in autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 40(4): 649–659.

Horner, V. & Whiten, A. (2005). Causal Knowledge and imitation/emulation switching in chimpanzees (*Pan troglodytes*) and children (*Homo sapiens*). *Animal Cognition*. 8: 164-181.

Horowitz, A. C. (2003). Do humans ape? Or do apes human? Imitation and intention in humans (*Homo sapiens*) and other animals. *Journal of Comparative Psychology*. 117: 325–336.

Iacoboni, M. & Dapretto, M. (2006). The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nature Reviews Neuroscience*. 7: 942-951.

Iacoboni, M (2009). Imitation, Empathy and Mirror Neurons. *Annual Review of Psychology*. 60: 12-24.

Jiménez, L., Lorda, M. J., & Méndez, C. (2014). Emulation and mimicry in school students with typical development and with high functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 1597–1608.

Jiménez, L., Ortiz-Tudela, J., Méndez, C. & Lorda, M. J. (2015). Mimicry deficits in autism are not just *storm* effects. *Research in Autism Spectrum Disorders*. 17: 64-69.

Kelly, S.W., Poliakoff, E., Jerisson, A. & Gowen, E. (2010). The influence of goals on movement kinematics during imitation. *Experimental Brain Research*. 204:352-360.

Kenward, B., Karlsson, M., & Persson, J. (2011). Over-imitation is better explained by norm learning than by distorted causal learning. *Proceedings of the Royal Society B*, 278, 1239–1246.

Keupp, S., Behne, T., & Rakoczy, H. (2013). Why do children overimitate? Normativity is crucial. *Journal of Experimental Child Psychology*. 116: 392–406.

Keupp, S., Behne, T., Zachow, J., Kasbohm, A & Rakoczy, H. (2015). Over-imitation is not automatic: context sensitivity in children's overimitation and action interpretation of causally irrelevant actions. *Journal of Experimental Child Psychology*. 130:163-175.

Klein, E. D. & Zentall, T. R. (2003). Imitation and affordance learning by pigeons (*Columbia livia*). *J. Comp. Psychol.* 117: 414–419.

Klin, A., Jones, W., Schultz, R., & Volkmar, F. (2003). The enactive mind, or from actions to cognition: Lessons from autism. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences.* 358:1430: 345–360.

La bel, R.; Pineda, J.A. & Sharma, A. (2009) Motor-auditory-visual integration: The role of the human mirror neuron system in communication and communication disorders. *Journal of Communication Disorders.* 41(4): 299-304.

Lakin, J. L.; Jefferins, V. E.; Cheng, C. M. & Chartrand, T. L. (2003). The Chameleon Effect as social glue: evidence for the evolutionary significance of nonconscious mimicry. *Journal of Nonverbal Behavior.* 27: 145-162.

Leeuwen, M.L.van; Baaren, R.B. van; Martin, D.; Dijksterhuis, A. & Bekkering, H. (2009). Executive functioning and imitation: increasing working memory load facilitates behavioural imitation. *Neuropsychologia.* 1-6.

Lord, C., Rutter, M., DiLavore, P., & Risi, S. (1999). *Autism Diagnostic Observation Schedule - WPS (ADOS - WPS)*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.

Lyons, D.E., Young, A.G. & Keil, F.C. (2007). The hidden structure of overimitation. *Proceedings of the national Academy of Sciences of the United States of America*, 104: 19751-19756.

Lyons, D. E., Damrosch, D. H., Lin, J. K., Macris, D. M., & Keil, F. C. (2011). The scope and limits of overimitation in the transmission of artefact culture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B.* 366: 1158–1167.

Marsh, L.; Pearson, A.; Ropar, D. & Hamilton, A. (2013). Children With Autism do not Overimitate, *Current Biology.* 23(7): 266-268.

Marshall, P. J. & Meltzoff, A. N. (2011). Neural Mirroring Systems: Exploring the EEG Mu Rhythm in Human Infancy. *Developmental Cognitive Neuroscience.* 1(2): 110-123.

McGuigan, N., Whiten, A., Flynn, E., & Horner, V. (2007). Imitation of causally-opaque versus causally-transparent tool use by 3- and 5-years oldchildren. *Cognitive Development*. 22: 353–364.

McGuigan, N., & Whiten, A. (2009). Emulation and “overemulation” in the social learning of causally opaque versus causally transparent tool use by 23- and 30-month-old children. *Journal of Experimental Child Psychology*. 104: 367–381.

McGuigan, N.; Whiten, A.& Makinson (2011). From over-imitation to super-copying: Adults imitate causally irrelevant aspects of tool use with higher fidelity than young children. *British Journal of Psychology*.102: 1-18.

McGuigan, N. (2012). The Role of Transmission Biases in the Cultural Diffusion of Irrelevant Actions. *Journal of Comparative Psychology*. 126(2): 150-160.

McIntosh, D. N., Reichmann-Decker, A., Winkielman, P., & Wilbarger, J. L. (2006). When the social mirror breaks: Deficits in automatic, but not voluntary, mimicry of emotional facial expressions in autism. *Developmental Science*. 9(3): 295–302

Mendonza, G. & Merchant (2014). Motor system evolution and the emergence of high cognitive functions. *Progress in Neurobiology*. 122: 74-93.

Molnar-Szakacs, I. & Overy, K. (2006). Music and mirror neurons: from motion to ‘e’motion. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 1: 235-241.

Myles, B. S., Bock, S. J., & Simpson, R. L. (2001). *Asperger Syndrome Diagnostic Scale*. Los Angeles, California: Western Psychological Services.

Nielsen, M. (2006). Copying actions and copying outcomes: social learning through the second year. *Developmental Psychology*. 42(3): 555-565.

Nielsen, M., Simcock, G., & Jenkins, L. (2008). The effect of social engagement on 24th-month-olds’ imitation from live and televised models. *Developmental Science*. 11(5): 722-731.

Nielsen, M. & Hudry, K. (2010). Over-imitation in children with autism and

Down syndrome. *Australian Journal of Psychology*. 62(2): 67-74.

Nielsen, M., & Tomaselli, K. (2010). Over-imitation in Kalahari Bushman children and the origins of human cultural cognition. *Psychological Science*. 21: 729–736.

Nielsen, M., Slaughter, V., & Dissanayake, C. (2013). Object-directed imitation in children with high-functioning autism: testing the social motivation hypothesis. *Autism Research*. 6: 23-32.

Norman, D. A. (1999). Affordances, conventions and design. *Interactions*. 6(3): 38-41.

Over, H., & Carpenter, M. (2009). Priming third-party ostracism increases affiliative imitation in children. *Developmental Science*. 12: 1-8.

Over, H., & Carpenter, M. (2012). Putting the social into social learning: Explaining both selectivity and fidelity in children's copying behavior. *Journal of Comparative Psychology*. 126: 182–192.

Pennington, B., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal Child Psychology and Psychiatry*. 37 (1): 51-87.

Prinz, W. (2002). Experimental approaches to imitation. *The Imitative Mind: Development, Evolution, and Brain Bases*. Cambridge, University Press. 143-162.

Ramachandran, V. S. & Oberman, L. M. (2006) Broken mirrors: a theory of autism. *Scientific American*. 295. 62-69.

Rizzolatti, G.; Fadiga, L. Gallese, V. & Fogassi, L.(1996a). Premotor cortex and recognition of motor actions. *Brain Research Cognition*. 3(2): 131-141.

Rizzolatti, G., Fadiga, L., Matelli, M., Bettinardi, V., Paulesu, E. & Perani, D. (1996b). Localization of grasp representations in humans by pet: 1. Observation versus execution. *Experimental Brain Research*. 111(2): 246-252

Rizzolatti, G., Fadiga, L. Fogassi, L. & Gallese. V. (2002). From mirror neuron to imitation: Facts and speculation. *The Imitative Mind. Development, Evolution, and Brain Bases.* 247-266.

Rizzolatti, G. & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Reviews in Neuroscience.* 27: 169-192.

Rizzolatti, G. & Sinigaglia (2010). The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations. *Nature Reviews Neuroscience.* 11: 264-274.

Rogers, S.J., Young, G.S., Cook, I., Giolzetti, A., & Ozonoff, S. (2010). Imitating actions on objects in early-onset and regressive autism: Effects and implications of task characteristics on performance. *Development and Psychopathology.* 22: 71–85.

Romo, R. & de Lafuente, V. (2013). Conversion of sensory signals into perceptual decisions. *Progress in Neurobiology.* 103: 41-75.

Rumiati, R. I., & Tessari, A. (2002). Imitation of novel and well-known actions. The role of short-term memory. *Experimental Brain Research.* 142: 425–433.

Rumiati, R. I. & Bekkering, H. (2003). To imitate or not to imitate? How the brain can do it, that is the question! *Brain Cognition.* 53: 479-482.

Rumiati, R.I; Weiss, P.; Tessari, A. Assmus, A; Zilles, K.; Herzog, H. & Fink, G. (2005) Common and differential neural mechanisms supporting imitation of meaningful and meaningless actions. *Journal of Cognitive Neuroscience.* 17(9): 1420-1431.

Rumiati, R. I. Carmo, J. C., & Corradi-Dell'Acqua, C. (2009). Neuropsychological perspectives on the mechanisms of imitation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B.* 364: 2337-2347.

Spengler, S.; Bird. G. & Brass, M. (2010). Hyperimitation of actions is related to reduced understanding of others' minds in autism spectrum conditions. *Biology Psychiatry.* 68:1148–55.

Sturmer, B., Ascherlslieben, G. & Prinz, W. (2000). Correspondence effects with manual gestures and postures: A study of imitation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 26: 1746-1759.

Tessari, A., & Rumiati, R. I. (2004). The strategic control of multiple routes in imitation of actions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 30: 1107-1116.

Tessari, A., Canessa, N., Ukmar, M., & Rumiati, R.I. (2007). Neuropsychological evidence for a strategic control of multiple routes in imitation. *Brain*. 130: 1111–1126.

Timo, A. L.; Maia, N.V. & Ribeiro, P.C. (2011) Déficit de Imitação e Autismo: uma revisão. *Psicologia USP*. 22(4): 833-850.

Tomasello, M.; Carpenter, M.; Call, J., Behne, T. & Moll, H. (2004). Understanding and sharing intentions: the origins of cultural cognition. *Behavioral Brain Science*. 28: 675-691.

Uzgiris, I. C. (1981). Two functions of imitation during infancy, *International Journal of Behaviour Development*. 4: 1–12.

Vivanti, G., McCormick, C., Young, G. S., Abucayan, F., Hatt, N., Nadig, A. Rogers, S. (2011). Intact and impaired mechanisms of action understanding in autism. *Developmental Psychology*. 47(3): 841–856.

Vivanti, G. & Hamilton, A. (2014). Imitation in Autism Spectrum Disorders. In Volkmar, F., Paul, R., Rogers, S., Pelphrey, K. (Eds). *The Handbook of Autism and Developmental Disorders*, 4th Edition. *Diagnosis, Development and Brain Mechanisms*. New York. 1:278-301.

Vanvuchelen, M., Roeyers, H. & De Weerd, W. (2007). Nature of motor imitation problems in school-aged males with autism: how congruent are the error types? *Developmental Medicine & Child Neurology*. 49:6-12.

Wang, Y., Newport, R. & Hamilton, A. F. D. (2011). Eye contact enhances mimicry of intransitive hand movements. *Biology Letters*, 7(1), 7–10

Wang, Y. & Hamilton, A. F. C. (2012). Social top-down response modulation (STORM): a model of the control of mimicry in social interaction. *Frontiers in Human Neuroscience*. 6(153): 1-10.

Want, S.C. & Harris, P.L. (2001) Learning from other peoples' mistakes: causal understanding in learning to use a tool. *Child Development*. 72(2): 431–443.

Welsh, T. N.; Ray, M. C. M Weeks, D. J.; Dewey, D. & Elliott, D. (2009). Does Joe influence Fred's action? Not if Fred has autism spectrum disorder. *Brain Research*. 1248: 141-8.

Whiten, A., Horner, V., Litchfield, C. A. & Marshall-Pescini, S. (2004). How do apes ape? *Learn. Behav.* 32: 36–52.

Whiten, A., Flynn, F., Brown, K., & Lee, T. (2006). Imitation of hierarchical structure in actions by young children. *Developmental Science*. 9: 574–582.

Whiten, A.; Mcguigan, N.; Marshall-Pescini, S. & Hopper, L.M. (2009). Emulation, imitation, over-imitation and the scope of culture for child and chimpanzee. *Phylosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 364: 2417-2428

McGuigan, N., Makinson, J., & Whiten, A. (2011). From over-imitation to super-copying: Adults imitate causally irrelevant aspects of tool use with higher fidelity than young children. *British Journal of Psychology*. 102: 1–18.

Williamms, J.H.G., Waiter, G.D., Gilchrist, A., Parrett, D.I., Murray, A.D. & Whiten, A. (2006). Neural mechanisms of imitation and 'mirror neuron' functioning in autistic spectrum disorder. *Neuropsychologia*. 44:610-621.

Williams, J. H. G., Whiten, A., Suddendorf, T., & Perrett, D. I. (2001). Imitation, mirror neurons and autism. *Neuroscience Bio Behavior Review*. 25. 287-295.

Williams, J. H. G., Whiten, A., & Singh, T. (2004). A systematic review of action imitation in autistic spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental disorders*, 34, 285-299.

Anexos

Anexo 1 - Grelha de Correções do Paradigma Caixa-puzzle

| Grelha de correção | | Trial 1 | | | | | subtotal | Trial 2 | | | | | subtotal | Trial 3 | | | | | subtotal | Total | | | | | |
|--|---|-----------|-----------|----------|-----------|----------|---------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|---|-----------|----------|-----------|----------|----------|-------|--|--|---|--|--|
| 1 | Bater no tubo com vareta** | Sim | Não | À dta. | Ao centro | À esq. | | Sim | Não | À dta. | Ao centro | À esq. | | Sim | Não | À dta. | Ao centro | À esq. | | | | | | | |
| | | 1 toque | 2 toques | 3 toques | 4 toques | 5 toques | | 1 toque | 2 toques | 3 toques | 4 toques | 5 toques | | 1 toque | 2 toques | 3 toques | 4 toques | 5 toques | | | | | | | |
| 2 | Remoção do tubo - empurrando com a vareta | Pela esq. | Pela dta. | | | | | Pela esq. | Pela dta. | | | | | Pela esq. | Pela dta. | | | | | | | | | | |
| | Remoção do tubo - puxando com a vareta | Pela esq. | pela dta. | | | | | Pela esq. | pela dta. | | | | | Pela esq. | pela dta. | | | | | | | | | | |
| 3 | Inserção do tubo no orifício superior*** | Sim | Não | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não | | | | | | | | | | |
| | | 1toque | 2toques | 3toques | 4toques | 5toques | | 1toque | 2toques | 3toques | 4toques | 5toques | | 1toque | 2toques | 3toques | 4toques | 5toques | | | | | | | |
| 4 | Abrir porta frontal | Sim | Não | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não | | | | | | | | | | |
| | Arrastamento lateral da porta | Sim | Não | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não | | | | | | | | | | |
| 5 | Inserção da vareta no orifício frontal | Sim | Não | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não | | | | | | | | | | |
| 6 | Obtenção de recompensa | Sim | Não | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não | | | | | | | | | | |
| <p>Orientações:</p> <p>Nas entradas de 1,3,5 e 6: atribuir valor 1 (um) à entrada em verde e/ou cor do método, e 0 (zero) à outra opção.</p> <p>Na quantificação subtotal do nº de toques, deverá ser indicado o valor observado (ex. se 3, então 3).</p> <p>Nas entradas 2 e 4: atribuir 0 (zero) a um erro na reprodução (emulação); 1 (um) a erro corrigido (<i>first attempt error</i>); 2 (dois) imitação do método perfeita</p> <p>***Desconsiderar toque inicial accidental se enunciado pelo participante. Desprezada orientação da vareta (velcro).</p> <p>Aplicar a correção de entrada azul para método 1; e aplicar entrada laranja para método 2</p> | | | | | | | <p>Observações</p> | | | | | | | <p>Participante nº</p> <table border="1"> <tr> <td>Método</td> <td>O</td> <td>T</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Corrector :</p> <p>Data: / /</p> | | | Método | O | T | 1 | | | 2 | | |
| Método | O | T | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |