



Vitor Domingos Simões da Silva

**SISTEMA DE NEURÓNIOS ESPELHO NO SÍNDROME DE DOWN:
ESTUDO DAS VARIAÇÕES DOS RITMOS MU NO EEG**

DISSERTAÇÃO DE Mestrado em Terapia Ocupacional

2010

Instituto Politécnico do Porto
Escola Superior de Tecnologia da Saúde do porto

**SISTEMA DE NEURÓNIOS ESPELHO NO SÍNDROME DE DOWN:
ESTUDO DAS VARIAÇÕES DOS RITMOS MU NO EEG**

VITOR DOMINGOS SIMÕES DA SILVA

OUTUBRO, 2010

Dissertação apresentada no Mestrado em Terapia Ocupacional, Área de Especialização de Crianças e Jovens, Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto do Instituto Politécnico do Porto, orientada pelo Prof. Doutor Manuel Rubim Santos e pelo Mestre Nuno Ferreira da Rocha (ESTSP-IPP).

Resumo

A capacidade de compreensão das acções dos outros e de imitação tem sido descrita como fundamental para a cognição social do ser humano. Recentemente tem sido atribuída a responsabilidade desta capacidade a um sistema neuronal denominado de Sistema de Neurónios Espelho, que se tem demonstrado estar afectado em perturbações mentais que se caracterizam por alterações severas da teoria da mente e da empatia, como é o caso do autismo.

No caso do Síndrome de Down, verifica-se a coexistência de boas competências sociais e de capacidades práticas e de imitação intactas, com dificuldades de interpretação de situações sociais e de reconhecimento de emoções, que nos levam a questionar acerca da actividade do seu Sistema de Neurónios Espelho. As oscilações do ritmo de frequências mu (8-13 Hz) no córtex sensório-motor perante a observação de acções são consideradas um reflexo da actividade dos neurónios espelho, estando estabelecido que em pessoas saudáveis ocorre uma supressão mu na realização de movimentos com o membro superior e na sua observação quando realizados por outras pessoas.

Neste estudo registou-se electroencefalograficamente a supressão dos ritmos mu em 11 pessoas com SD e em 20 pessoas sem SD nas seguintes condições: observação de um vídeo com duas bolas em movimento, observação de um vídeo com um movimento repetido de uma mão e realização movimentos com a mão. A baseline foi registada através da observação de um ponto estático. Constatamos que existe supressão dos ritmos mu na observação das acções dos outros em pessoas com Síndrome Down da mesma forma que ocorre na realização do próprio movimento, sugerindo uma relativa preservação do funcionamento dos neurónios espelho e dos mecanismos básicos de cognição social. Estes resultados vão de encontro aos estudos que apontam para a integridade das capacidades de imitação no Síndrome Down. Verificamos também que não se encontram diferenças significativas na supressão dos ritmos mu entre os grupos de pessoas com Síndrome Down e de Controlo em relação às condições usadas na investigação.

Abstract

Mirror neurons help humans to recognize the actions and emotions of others through a simulation process, i.e., by a mechanism that makes us feel the same emotions and/or actions of others. It is thought that this mechanism could be fundamental for the development of our empathy.

Mental disability can be considered as a cause for low social skills. In Down syndrome phenomena that occur in particular lead us to question about the basic mechanisms of their social cognition: on the one hand there is a preservation of imitation capabilities and performance in a theory of mind much greater than in children with other developmental disorders such as Autism, and secondly to record changes in more complex situations in the interpretation of social situations and emotion recognition, as well as changes in language that interfere with the theory of mind.

Some studies have demonstrated that people with any significant changes in social cognition seem to have a neuro-biological limitation that prevents them to simulate the actions and emotions of others. This has been demonstrated to the neuro-psycho-physiological, verifying that people with changes in social cognition show reduced sensitivity to observe the actions of others, as demonstrated by the absence or decreased level of suppression of the magnitude of frequency band 8-13Hz (mu rhythms) of electroencephalography in the sensorimotor areas. Such desynchronization of mu rhythm occurs naturally in healthy individuals who do not show changes in social cognition and is profoundly altered in people with severe alterations of their social cognition (as in the case of autism).

As mentioned above, it is unknown whether the mechanism for mirroring the actions of others, considered as a basic mechanism of social cognition may be affected in people with Down syndrome.

Accordingly, we are as subject, the analysis of psycho-physiologic functions in Down Syndrome and its relation to the social cognition and Theory of Mind and main objectives: to deepen the knowledge of the mechanisms of SC and Down Syndrome in Theory of Mind; examine how the responses occurring suppression of the rhythms mu in Down Syndrome conditions for observing the actions of

others and to infer about the functioning of the mirror neurons in people with Down syndrome. We note that there is suppression of mu rhythm in observing the actions of other people with Down syndrome, suggesting a relative preservation of the functioning of mirror neurons and the basic mechanisms of social cognition. These results run counter to studies that indicate the integrity of the Down syndrome capacity for imitation. We also found that no significant differences in the presence of the deletion mu rhythms between the groups of Down syndrome and control over the conditions used in research.

Résumé

La compréhension des actions des autres et la faculté d'imitation est qualifiée comme fondamentale pour la cognition sociale humaine. Récemment on a attribué la responsabilité de cette capacité à un système neuronal appelé miroir des systèmes de neurones, qui se trouve affecté dans les situations de troubles mentaux caractérisés par des altérations graves de la théorie de l'esprit et de l'empathie, comme dans l'autisme.

Dans le cas du syndrome de Down, on constate la coexistence de bonnes aptitudes sociales et capacités praxiques et d'imitation intactes avec des difficultés d'interprétation des situations sociales et la reconnaissance des émotions, ce qui nous conduit à la question sur l'activité de leur système de neurones miroir. La fréquence d'oscillation d'un rythme (8-13Hz) dans le cortex sensori-moteur lorsque on observe les actions est considérée comme un reflet de l'activité des neurones miroir, étant établi que dans le cas des personnes sans problèmes on constate une suppression mu en réalisant des mouvements avec le membre supérieur bien comme pendant l'observation de ce mouvement produit par les autres personnes.

Dans cette étude, on a enregistré électroencéphalographiquement la suppression des rythmes mu de 11 personnes avec DS et de 20 personnes sans DS, dans les conditions suivantes: regarder une vidéo avec deux boules en mouvement, regarder une vidéo avec un mouvement répété d'une main et réalisations des mouvements avec la main. Le niveau de référence a été enregistré par l'observation d'un point statique. Nous constatons qu'il ya suppression du rythme mu en observant les actions des autres chez les personnes atteintes du syndrome de Down de la même manière qu'elle se produit en faisant le mouvement lui-même, ce qui suggère une relative préservation du fonctionnement des neurones miroirs et des mécanismes fondamentaux de la cognition sociale. Ces résultats vont à l'encontre des études qui indiquent l'intégrité des capacités d'imitation dans le syndrome de Down. J'ai aussi remarqué qu'il existe des différences significatives dans la suppression des

rythmes mu entre les groupes de personnes ayant le syndrome de Down et le groupe de contrôle par rapport aux conditions utilisées dans la recherche.

Agradecimentos

Gostaria de deixar uma palavra de apreço e agradecimento a todos aqueles que, directa ou indirectamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

A APPACDM de Viana do Castelo pela disponibilidade, interesse e abertura na participação desta investigação e às pessoas que prontamente se disponibilizaram para serem participantes neste estudo, a quem merecidamente o dedico.

Ao Prof. Doutor Rubim Santos pela forma como orientou o meu trabalho, das suas recomendações e a cordialidade com que sempre me recebeu.

Ao Mestre Nuno Rocha pela orientação e pelo incentivo amigo, e por me ter disponibilizado o seu tempo e experiência. Estou grato também pela liberdade de acção que me permitiu, sendo decisivo para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Daniel Azevedo pela disponibilidade e saber técnico que tanto contribuiu para o sucesso dos dados recolhidos.

À Catarina Coelho pelo apoio e cumplicidade que sempre demonstrou.

À minha filha por ter tolerado o partilhar de atenção que esta dissertação exigiu.

À minha família por todo o suporte que me deu.

E não esquecendo os meus colegas da Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto do Instituto Politécnico do Porto, pela colaboração, amizade e compreensão que demonstraram.

Lista de Abreviaturas:

SD: Síndrome de Down

SNE: Sistema dos Neurónios Espelho

NE: Neurónios Espelho

ABC: *Aberrant Behavior Checklist*

EEG: Electroencefalograma

FFT: Transformação Rápida Fourier

PE: Ponto Estático

PM: Pontos em Movimento

PMM: Pontos em Movimento

VMM: Observação dos Movimentos das Mãos.

ÍNDICE

Introdução.....	1
CAPÍTULO I - ENQUADRAMENTO TEÓRICO	5
1. Síndrome de Down	6
2. Cognição Social e Teoria da Mente.....	9
3. O Sistema dos Neurónios Espelho e a sua relação com a Cognição Social.....	15
4. Cognição Social no Síndrome de Down: o que se pode supôr da actividade do Sistema de Neurónios Espelho?	20
CAPÍTULO II – ESTUDO EMPÍRICO	25
1. Metodologia	26
1.1. Instrumentos.....	28
1.2. Procedimentos.....	30
1.3. Participantes.....	34
2. Resultados	36
3. Discussão dos resultados.....	41
Conclusão.....	45
Referências Bibliográficas	47

Índice de tabelas

Tabela 1 - Médias, Desvios padrão e Supressão dos ritmos de frequência mu (8-13 Hz) na localização C3	38
Tabela 2 - Médias, Desvios padrão e Supressão dos ritmos de frequência mu (8-13 Hz) na localização Cz.	39
Tabela 3 - Médias, Desvios padrão e Supressão dos ritmos de frequência mu (8-13 Hz) na localização C4.	39
Tabela 4 - Supressão mu no grupo de controlo. Comparação entre as condições de auto-movimento (FMM) e da observação do movimento da mão (VMM)	40
Tabela 5 - Supressão mu no grupo de SD. Comparação entre as condições de auto-movimento (FMM) e da observação do movimento da mão (VMM).	40

Índice de Figuras e Gráficos

Figura 1 - Sistema 10-20 em EEG	29
Figura 2 – Ponto estático.	32
Figura 3 – Pontos em movimento.	32
Figura 4 - Observação do movimento da mão.	32
Gráfico 1 - Supressão dos ritmos mu no grupo de SD.	36
Gráfico 2 - Supressão dos ritmos mu no grupo de Controlo	36

INTRODUÇÃO

Os neurónios espelho (NE) ajudam os seres humanos a reconhecer as acções e emoções dos outros por meio de um processo de simulação, i.e., por um mecanismo que permite a alguém sentir as mesmas emoções e/ou acções dos outros. Pensa-se que este mecanismo poderá ser fundamental para a cognição social e para o desenvolvimento da nossa empatia.

No Síndrome de Down (SD) em particular ocorrem fenómenos que nos levam a questionar acerca destes mecanismos básicos da sua cognição Social: por um lado observam-se boas competências sociais consideradas como integrantes do fenótipo, uma preservação das capacidades práticas e de imitação e um desempenho em provas de teoria da mente muito superior ao registado em crianças com outras perturbações do desenvolvimento (como o autismo), para além de uma Teoria da mente com possibilidades de “amadurecer” na vida adulta; por outro lado registam-se alterações em situações mais complexas de interpretação de situações sociais e de reconhecimento de emoções, bem como alterações ao nível da linguagem que interferem com a teoria da mente.

O constructo da cognição social teve início na psicologia social durante a “revolução cognitiva” do final dos anos 60 e início de 70 (Sperry, 1993). Existem duas grandes teorias de conceptualização da cognição social: a teoria da "Teoria-Teoria" e a Teoria da Simulação. A primeira postula que os estados mentais atribuídos às outras pessoas ocorrem através de conceitos e de representações mentais desenvolvidos ao longo da vida e a segunda assume uma perspectiva de compreensão dos estados mentais dos outros através de processos de "sentir os outros".

Mais uma vez na revisão da literatura sobressai a descoberta do Sistema Neurónios Espelho (SNE), que evoluiu conceptualmente de um aparelho de reconhecimento visual estudado no macaco a um sistema crítico de competências sociais em seres humanos. Vários estudos identificaram a presença de neurónios espelho (NE) em humanos (Keyser e Perret, 2004; Keyser e Gazzola, 2006; Rizzolatti e Craighero, 2004) e verificaram que estes detêm um papel de destaque

nas relações interpessoais. É aceite pela comunidade científica que o SNE está especializado para o processamento de estímulos.

Como indicador de processos básicos de cognição social e como revelador da actividade dos NE tem vindo a ser estudada a supressão dos ritmos mu (ritmos de frequência 8-13 Hz característicos nas áreas sensório-motoras) (Oberman, et al., 2005; Oberman, Ramachandran, & Pineda, 2008), que se situam epistemologicamente na corrente da Teoria da Simulação. O uso da supressão destas ondas como indicador da actividade dos NE suporta-se em evidências anatómicas e funcionais (Pineda e Hetch, 2008; Rizzolatti e Fadiga, 1998; Oberman, Pineda e Ramuchandram, 2007).

Alguns estudos têm vindo a demonstrar que pessoas com perturbações significativas na cognição social parecem apresentar uma limitação neurobiológica que as impede de simular as acções e emoções dos outros. Este facto tem vindo a ser demonstrado ao nível neuropsicofisiológico, verificando-se que as pessoas com alterações na cognição social demonstram reduzida sensibilidade à observação das acções dos outros, conforme se demonstra pela ausência ou diminuição do nível de supressão da amplitude da banda de frequência de 8-13 Hz (ritmos mu) do Electroencefalograma (EEG) nas áreas sensório-motoras. Este tipo de dessincronização dos ritmos mu ocorre de forma natural em indivíduos saudáveis que não apresentam alterações ao nível da cognição social e encontra-se profundamente alterado em pessoas com alterações severas da sua cognição social (como no caso do autismo).

Como foi acima referido, desconhece-se (por escassez de estudos) se o mecanismo de espelhamento das acções dos outros, considerado como um mecanismo básico da cognição social, poderá estar afectado nas pessoas com Síndrome Down. Tendo como enquadramento conceptual a teoria da simulação da cognição social, este trabalho tem como **objecto** de estudo o SNE no SD e sua relação com a cognição social. Após análise da literatura mais actual sobre os mecanismos e métodos psicofisiológicos mais adequados para o estudo das alterações da cognição social, pretendeu-se realizar um estudo transversal de carácter analítico, que teve como **objectivos** analisar o que ocorre no SD

relativamente aos fenómenos neuronais de espelhamento das acções dos outros, nomeadamente no que diz respeito à supressão dos ritmos de frequência 8-13 Hz (que se pensa ser um indicador da acção do SNE); calcular a variação da supressão dos ritmos de frequência 8-13 Hz nas condições de realização de movimento e de observação do movimento dos outros; comparar o nível de supressão dos ritmos de frequência 8-13 Hz que ocorre nestas diferentes condições em pessoas com SD e em pessoas saudáveis sem SD; e analisar a relação entre a supressão dos ritmos de frequência 8-13 Hz e a idade.

Nesse sentido, do ponto de vista estrutural, procuramos organizar o trabalho a seguir apresentado iniciando com uma abordagem geral ao SD, referindo a origem do conceito, a etiologia e as características fenotípicas e neurobiológicas mais marcantes. Seguidamente explicamos o constructo de cognição social e de Teoria da mente, descrevendo os principais paradigmas e ilustrando as suas alterações com base em perturbações severas da interacção e do comportamento social.

Num outro ponto descrevemos o funcionamento dos NE e a sua relação com a cognição social, demonstrando a forma como a supressão das ondas de frequência *mu* (8-13Hz) pode ser utilizada como índice de actividade destes mesmos neurónios. Por último procuraremos apresentar o que acontece do ponto de vista da cognição social e da actividade dos NE no SD.

Passamos então à exposição do estudo empírico, onde apresentamos a investigação realizada com uma amostra de 11 pessoas com SD e 20 pessoas de um grupo de controlo. Começamos por definir o objectivo do estudo onde é levantado a questão essencial de investigação, para então passarmos a descrever o desenho de estudo. De seguida procedemos à descrição dos instrumentos e dos procedimentos adoptados e à caracterização dos participantes. Por fim, os resultados são analisados e discutidos à luz da literatura e são apresentadas as conclusões principais.

O interesse deste projecto de investigação pode ser analisado a dois níveis: em primeiro lugar, contribui para compreensão dos processos de cognição social por simulação numa população específica e pouco estudada a este nível,

como é o caso da SD; em segundo lugar assume um claro interesse público geral e ao mesmo tempo específico para a Terapia Ocupacional, no sentido em que poderá oferecer *guidelines* para o desenvolvimento e delineação de estratégias de reabilitação mais ajustadas às características das pessoas com SD, nomeadamente no que diz respeito aos seus processos neuronais de cognição social.

CAPÍTULO I - ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo será feita uma incursão nos constructos teóricos recentes do Síndrome de Down, da cognição social e da teoria da mente, e do Sistema de Neurónios Espelho, com o objectivo de fundamentar as opções metodológicas assumidas na investigação, que de seguida apresentamos no capítulo dedicado ao Estudo Empírico.

1. Síndrome de Down

Há mais de um século o médico John Langdon Down descreveu uma condição genética conhecida actualmente por Trissomia 21 ou SD. Estas são a designação científica que identifica a maior causa de deficiência mental de origem genética, mais comum nos humanos (Antonarakis, Lyle, Chrast, & Scott, 2001; Moa, Zielke, Zielke, & Pevsner, 2003; Pinter, Eliez, Schmitt, Capone, & Reiss, 2001).

Em 1958 o geneticista Jérôme Lejeune, que dedicou a sua vida à pesquisa genética, conseguiu identificar o cromossoma excedente e percebeu que este se ligava ao par 21, daí o termo Trissomia 21 (Moreira, El-Hanib, & Gusmão, 2000).

Há 3 tipos principais de anomalias cromossómicas que caracterizam o SD. Em 95% dos casos com SD esta deve-se a uma trissomia do cromossoma 21 originada geralmente por uma disfunção meiótica no óvulo. Aproximadamente 4% são originados por uma translocação robertsoniana entre o cromossoma 21 e outro cromossoma acrocêntrico, normalmente o 14 ou 22. Por vezes verifica-se uma translocação entre dois cromossomas 21. Por último cerca de 1% dos casos apresentam mosaïcismo, ou seja, a alteração genética afecta apenas algumas células. Para um adequado aconselhamento é obrigatório um estudo genético uma vez que o risco de recorrência depende do cariótipo apresentado (Escribá, 2002; Flórez, 1997).

Em todos os casos o excesso de carga genética provocada pelo aumento de um cromossoma 21, ou parte substancial do mesmo, provoca um desequilíbrio na produção de proteínas. Nem todos os genes manifestam a sua acção durante

a nossa vida e outros apenas se evidenciam durante determinado período. Da mesma forma existem genes cuja produção de proteínas está ligada a uma grande maioria dos nossos órgãos, enquanto outros se limitam apenas a alguns ou a um só órgão (Flórez, 1999).

Esta diversidade de situações provoca uma enorme variedade sobre as características fenotípicas de um indivíduo, de modo que, mesmo no SD, o impacto real e particular da expressão dos genes no cromossoma 21, varia muito de uma pessoa para outra.

Salienta-se de entre as várias alterações provocadas pela alteração genética, a disfunção cerebral como causa da deficiência mental. Apesar do cromossoma 21 ser o menor destes, os genes são suficientes para provocar um desequilíbrio no desenvolvimento do sistema nervoso (Flórez, 1999; Moa, et al., 2003).

No SD observam-se várias alterações cerebrais que podem dever-se a problemas de desenvolvimento – disgenesia - ou à presença de factores tóxicos que podem lesar a vida neuronal. As consequências destas alterações repercutem-se numa diminuição de determinados tipos de neurónios situados no córtex cerebral; alterações na estrutura e uma diminuição do número de dendrites; redução do tamanho de certos núcleos e áreas cerebrais como o córtex pré-frontal e uma menor eficácia na organização bioquímica que permite uma integração dos estímulos para uma resposta (Flórez, 1997; Moa, et al., 2003; Pinter, et al., 2001).

Estas alterações exercem influência sobre o desenvolvimento inicial nos circuitos cerebrais, afectando a instalação e as consolidações das conexões de redes nervosas necessárias para estabelecer os mecanismos da atenção, memória, a capacidade de correlação e análise, o pensamento abstracto, entre outros (Flórez, 1999). A título exemplificativo, um estudo realizado com 16 indivíduos com SD (5-23 anos) e 15 indivíduos sem SD da mesma idade, concluiu que existe uma redução global do volume cerebral em 18%, mais especificamente do volume do cerebelo, do volume dos lóbulos frontais, temporais e parietais, bem

como da substância branca da circunvolução temporal superior (Pinter, et al., 2001).

Conforme publicação da Pediatric Database (1994, cit. in Silva & Kleinhans, 2006), há um conjunto de alterações no SD que necessitam de exames mais específicos para serem detectadas, como: hipotonia muscular (100%), anomalias de audição (em cerca de 80% dos casos), alterações ortodônticas (80%), anomalias da visão (50%), anomalias cardíacas (40 a 50%), alterações endocrinológicas (15 a 25%), anomalias do aparelho locomotor (15%), anomalias do aparelho digestivo (12%), alterações neurológicas (8%), alterações hematológicas (3%), entre muitas outras que, se não detectadas e tratadas, vão interferir no desenvolvimento do indivíduo

Como referido anteriormente o SD é uma das mais frequentes causas de deficiência mental. Luckasson e colaboradores (2002, cit. in Switzky & Greenspan, 2005, p. 21) da AAMR (American Association of Mental Retardation) definiu a deficiência mental como: *“(..) uma incapacidade caracterizada por limitações significativas quer no funcionamento intelectual quer no comportamento adaptativo, expressa nas competências adaptativas conceituais, sociais e práticas. Esta incapacidade tem origem antes dos 18 anos de idade.”*

Os indivíduos com SD apresentam, na maioria das vezes, alterações multidimensionais no desenvolvimento, nomeadamente ao nível cognitivo, social, comunicacional e de linguagem. Estas alterações/atrasos surgem logo nos primeiros anos de vida e são variáveis de indivíduo para indivíduo, tendo em consideração as características pessoais e o meio onde se insere (Selikowitz, 1997). Do lado cognitivo, as principais alterações registam-se ao nível da percepção, da atenção e da memória. As dificuldades de linguagem apresentam-se em diferentes formas e graus, originando problemas na comunicação, que interagem mutuamente na integração e nas interações sociais. Existe, no entanto, um desajustamento entre as áreas compreensiva e expressiva, estando esta última mais comprometida (Abbeduto, et al., 2003; Beeghly & Cicchetti, 1987; Miller, 1992; Sampedro, Blasco, & Hernández, 1997; Singer, Bellugi, Bates, Jones, & Rossen, 1997).

Os indivíduos com SD utilizam uma sintaxe constituída por estruturas simples sendo que construções envolvendo as formas passiva, possessiva, negativa e interrogativa são raramente utilizadas na infância e na vida adulta (Fowler, 1990; Rondal, 1995). Verifica-se um atraso no desenvolvimento fonológico com a manutenção de processos fonológicos na adolescência e vida adulta (Chapman, 1995). A expressão verbal oral processa-se frequentemente com dificuldades de inteligibilidade e o desenvolvimento lexical evidência um início tardio e um desenvolvimento lento (Miller, 1992). Contrastando com este facto, a compreensão de vocabulário e a pragmática apresentam-se mais consistentes, dependendo obviamente do nível cognitivo (Chapman, 1995; Rondal & Comblain, 1996). Este facto justifica-se parcialmente pela constatação de uma Teoria da mente relativamente preservada (Baron-Cohen, Leslie, & Frit, 1985).

Observa-se também uma diferença entre o desenvolvimento do vocabulário expressivo e compreensivo, sendo que este último se encontra num nível mais próximo da idade mental (Miller, 1988). Esta limitação em termos expressivos pode estar na origem de uma maior produção gestual para potenciar a comunicação (Singer, et al., 1997).

2. Cognição Social e Teoria da Mente

A cognição social refere-se à forma como as pessoas pensam sobre si mesmas e sobre os outros no mundo social. O termo surge na psicologia social durante a “revolução cognitiva” do final dos anos 60 e início de 70 (Sperry, 1993). O constructo da cognição social fornece uma ampla perspectiva teórica que se concentra em como as pessoas processam informação dentro dos contextos sociais. Este inclui a percepção da pessoa, as atribuições causais sobre si e dos outros, trazendo julgamentos sociais à tomada de decisões. (Augoustinos, Walker, & Domaghue, 2006; Smith & Semin, 2004)

Muito do interesse pela cognição social surge com a tentativa de perceber de que forma as representações mentais/cognitivas das nossas experiências

passadas e aprendizagens interagem com a informação recente e com as experiências, de forma a determinar como compreendemos e interpretamos o nosso mundo social (Brewer & Hewstone, 2004).

Existem diferentes definições de cognição social. Baron-Cohen e Byrne (1997, cit. in Pennington, 2000), consideravam a cognição social ligada a factores internos e processos mentais, definem este conceito como a forma como interpretamos, analisamos e recordamos informação sobre o mundo social. Nesta definição estão implícitas três acções: interpretar - de acordo com o contexto e experiências anteriores; analisar – que permite ajustar a interpretação e até rejeitá-la; e recordar - que possibilita reter na memória e utilizar, o que por vezes implica um esforço que nem sempre estamos dispostos a fazer (Pennington, 2000).

Segundo Adolphs (1999), a cognição social é o processo cognitivo que constrói o comportamento adequado como resposta a outros indivíduos da mesma espécie, i. e., o processo neurobiológico que permite tanto a humanos como também a alguns animais interpretar correctamente os signos e sinais sociais e desta forma responder adequadamente.

A cognição social pode ser vista ainda como as representações mentais que os indivíduos possuem do mundo social, incluindo crenças sobre causas dos eventos sociais; crenças sobre as características das pessoas e grupos sociais; e conhecimento geral sobre relacionamentos entre actores sociais e padrões do comportamento social. A cognição social inclui também o estudo do processamento da informação social, ou seja, a forma como os eventos e experiências são assimilados, interpretados e memorizados para serem posteriormente utilizados (Brewer & Hewstone, 2004).

A escola de Gestalt é vista como a maior contribuinte para a emergência da cognição social moderna. No entanto, foi Bartlett (1932, cit. in Slugoski, 1998) que definiu um dos mais importantes constructos para a cognição social: os “esquemas”. Este constructo permitiu dar resposta à forma como os indivíduos lidam com a enorme quantidade de informação sensorial e social, apesar das capacidades cognitivas limitadas. Por “esquema” entende-se uma estrutura

cognitiva/mental que contém expectativas gerais (sobre pessoas, regras sociais, eventos e comportamento adequado em determinadas situações) e conhecimento do mundo. Estas estruturas são utilizadas para processar informação recolhida do contexto social (Augoustinos, et al., 2006).

Uma das fontes de dados mais rica no que diz respeito aos processos básicos da cognição social encontra-se nos estudos realizados em condições patológicas onde se registam alterações marcadas da cognição social. Neste domínio, as duas condições mais estudadas são o autismo e a Esquizofrenia, parecendo relevante fazer-se referência aos achados mais importantes nesta área.

Em pessoas com Esquizofrenia os défices cognitivos parecem estar na base da maioria das suas alterações funcionais (Rocha, Queirós, Aguiar, Marques, & Horta, 2009). As alterações do funcionamento neurocognitivo constituem uma das características principais da ideia actual da Esquizofrenia (Rocha, 2007). O défice cognitivo expande-se a várias funções neuropsicológicas, das quais se destacam a memória de trabalho, a atenção sustentada (ou vigilância), a aprendizagem e memória visual e verbal, o raciocínio e a resolução de problemas (ou funções executivas), a velocidade de processamento e a linguagem (Green, Nuechterlein, & Gold, 2004; Harvey & Keefe, 2001).

Contudo, embora muitos factores possam estar na base deste acontecimento, tem-se salientado a cognição social como factor fundamental de mediação entre a neurocognição básica e a funcionalidade (Teixeira, 2007). Da revisão da literatura, parece-nos haver três domínios principais de investigação nesta área: a percepção da emoção, a Teoria da mente e os estilos atributivo. Resumidamente, nos estudos realizados na área da percepção emocional encontram-se alterações severas, sobretudo no que diz respeito às emoções negativas. Ao nível da Teoria da mente, verifica-se uma incapacidade significativa de compreensão dos estados mentais dos outros. Por fim, encontramos um estilo atributivo caracterizado por um forte viés de egoísmo atributivo, de falta de controlo e de aceitação liberal (Penn, Sanna, & Roberts, 2008; Teixeira, 2007).

Em indivíduos com autismo a Teoria da mente tem-se revelado como uma das hipóteses psicológicas mais credíveis para explicar os défices na interacção social (Klein & Kihstrom, 2002). Esta teoria, nascida da psicologia cognitiva, surgiu inicialmente com os estudos com primatas realizados por Premack e Woodruff (1978a) e foi utilizada mais tarde por psicólogos infantis e psicopatologistas com o intuito de explicar dificuldades de interacção em diferentes patologias como o autismo, a Esquizofrenia e as perturbações que afectem o lobo frontal. Esta teoria explica que existe no cérebro um circuito neuronal especializado que permite ao indivíduo pensar sobre si próprio e sobre o outro, e assim criar formulações sofisticadas sobre a sua mente e sobre a mente do outro, e ainda prever o comportamento dos interlocutores (Teixeira, 2006). Essa compreensão permite-nos cooperar e aprender com o próximo (Ramachandran & Oberman, 2006). A Teoria da mente é vista ainda como a capacidade para imputar estado mentais aos outros e a si próprio (Caixeta & Nitrini, 2002; Teixeira, 2006). Da mesma forma que no autismo existe uma disfunção das estruturas neurais necessárias para formar uma Teoria da mente sobre outros indivíduos, vários estudos (Baron-Cohen, 1989; Baron-Cohen, et al., 1994), sugerem que pessoas com esta patologia apresentam problemas na reflexão sobre os seus próprios estados mentais.

Segundo Premack e Woodruff (1978b) esta capacidade é vista como uma teoria uma vez que os estados mentais que o indivíduo imputa a si e aos outros não são directamente observáveis e o sistema pode ser usado para fazer previsões (teorizações) sobre o comportamento dos outros.

A teoria da mente é frequentemente utilizada para descrever o conjunto de competências cognitivas envolvidas na compreensão da mente dos outros mais particularmente as suas crenças (Frith & Frith, 2003; Keysers & Gazzola, 2009). Existem vários modelos explicativos da Teoria da mente. Baron-Cohen (1996, cit. in Caixeta & Nitrini, 2002) desenvolveu um modelo explicativo onde refere a existência de quatro módulos cerebrais que interagem para produzir o sistema da teoria da mente: módulo detector de intencionalidade; módulo detector de direcção do olhar, módulo do mecanismo de atenção compartilhada e módulo do mecanismo da teoria da mente. O primeiro é composto por um aparelho

perceptivo que interpreta estímulos móveis em termos de desejos e metas e o segundo detecta a presença e a direcção do olhar. Estes dois módulos enviam informação para o terceiro (módulo do mecanismo de atenção partilhada) o que vai permitir formar relações entre o “eu”, outros agentes e objectos. Por último, o quarto módulo (módulo do mecanismo da teoria da mente) realiza a união da atenção, desejo, intenção e crença dentro de um esquema teórico coerente para a compreensão do comportamento dentro de um contexto de representações.

Existe uma relação comprovada entre as capacidades linguísticas, vistas como o uso de convenções linguísticas para atingir objectivos comunicacionais, e a Teoria da mente. A capacidade de utilizar símbolos linguísticos requer um certo tipo de percepção social (Lohmann, Tomasello, & Meyer, 2005). Um indivíduo com uma Teoria da mente madura possui capacidade para reflectir e representar as suas crenças, distingui-las das dos outros e avaliá-las relativamente à sua verdade ou falsidade (capacidade testada por paradigmas de “falsa-crença”¹) nas constantes relações interpessoais. É ainda capaz de lidar e aceitar o facto de que outras pessoas possam ter crenças diferentes da sua realidade (Keysers & Gazzola, 2009), conseguindo utilizar esta meta-representação para prever o comportamento dos outros e explicá-lo. Outros autores, como Nelson (1996), atribuem à linguagem um importante papel de *scaffolding* no relacionamento social, representando uma parte importante nas interacções dos indivíduos com os cuidadores e pares e desta forma na cognição social. De acordo com Astington (2000) e Karmiloff-Smith (1992), a linguagem permite codificar eventos e retê-los na memória de forma a poderem ser utilizados e comparados com novas situações. Torna-se um *scaffold* crucial para reter representações simbólicas de acontecimentos (Villiers, 2005).

A Teoria da mente apresenta também uma relação com a capacidade de imitação. De acordo com Rogers e Pennington (1991), a imitação apresenta características que sugerem que o mecanismo subjacente a esta pode ser precursor de uma Teoria da mente completa. Quer a imitação quer a atribuição de estados mentais envolvem passar da perspectiva do próprio para a de um outro. Na imitação é necessário converter um plano de acção originado num outro

¹ Passaremos a explicar o conceito de “falsa-crença” no subcapítulo 4 deste mesmo capítulo.

indivíduo e transformá-lo numa acção própria (Williams, Whiten, Suddendorf, & Perrett, 2001). Da mesma forma estudos de Meltzoff e Goprik (1993) evidenciam competências de imitação em fases precoces da infância e propõe que estas podem despoletar estados chave iniciais para o desenvolvimento da Teoria da mente. Um dos modelos explicativos da Teoria da mente – Teoria da Simulação – estabelece uma ligação mais específica entre a imitação e esta teoria. Este modelo propõe que as pessoas “lêem mentes” colocando-se no lugar do outro, e utilizando a sua própria mente para simular processos mentais que são operados pelo outro. “Actuar como se fosse o outro” ou simular é um estado mental comparável com o envolvimento observável na imitação e que nos transporta para um nível de interacção em que o próprio “sente” o outro. (Williams, et al., 2001)

O Ser Humano é um Ser social e que considera os relacionamentos como peça importante do seu desenvolvimento. A capacidade para processar e identificar expressões faciais é essencial no desenvolvimento cognitivo, afectivo e social e como tal influenciam a comunicação humana e a interacção social. Embora a interacção social seja influenciada pelas normas sociais, contextos e cultura, vários estudos demonstram que existe uma universalidade biologicamente determinante em alguns dos seus componentes. A prova mais visível deste facto encontra-se na expressão facial humana. Lisetti (2002, cit in Faustino, 2006) diz-nos que Darwin afirmou que era possível elaborar uma categorização teórica das emoções, sendo estas consideradas processos mentais e fisiológicos, causados pela percepção de eventos de categorias de carácter geral, que inferiam um conjunto de sinais internos e externos e diversas combinações de planos de acção.

Como seres sociais os indivíduos tem tendência para actuar da mesma forma que os outros indivíduos da comunidade envolvente. De acordo com Meltzoff (2002) as competências de imitação das crianças representam a conexão primordial entre crianças e cuidadores. Em adultos mantemos esta tendência de “mimar” que se revê na adopção de posturas, estilos comunicativos, expressões faciais e gestuais de indivíduos estranhos com quem interagimos, sem que disso tenhamos consciência. Esta competência de imitação serve como “cola social” entre aprendizagens. As nossas percepções dos comportamentos dos outros e da

sua actuação servem inconscientemente como guia sobre a forma como nós próprios nos devemos comportar perante dada situação (Morsella, Bargh, & Gollwitzer, 2008).

Como humanos possuímos a capacidade de observar os outros e tentar “adivinhar” o que lhes vai na *alma*, uma vez que sentimos o mesmo estado no nosso interior. Activamos as nossas representações mentais quando percebemos as acções dos outros, assim como activamos as nossas representações somatosensoriais e nociceptivas, os nossos estados emocionais, e as nossas expressões faciais quando os observamos nos outros (Keysers & Gazzola, 2009). Nesse sentido exploraremos no próximo ponto um sistema neuronal ao qual recentemente tem sido atribuída essa função.

3. O Sistema dos Neurónios Espelho e a sua relação com a Cognição Social

Investigações em primatas revelaram um sistema de neurónios no lobo frontal que se encontram envolvidos na capacidade de imitação. Ainda em primatas foram identificadas 3 áreas cerebrais associadas com a percepção das acções de outros indivíduos: STS (sulco temporal superior); Arca PF do lóbulo parietal inferior; Área F5 do córtex ventral pré-motor. As duas últimas áreas contém um tipo de neurónios, denominados NE, que são uma subclasse dos neurónios visuo-motores. Estes neurónios respondem quando os primatas executam qualquer acção bem como quando observam outros em acções similares (Rizzolatti, Fadiga, Gallese, & Fogassi, 1996; Rizzolatti, Scandolara, Gentilucci, & Camarda, 1981)

Vários autores identificaram a presença de NE em humanos, neurónios estes que desempenham um papel importante nas relações interpessoais. Foram identificadas duas áreas que se consideram as correspondentes às áreas F5 e PF dos primatas: córtex pré-motor ventral e lóbulo parietal inferior rostral. Ambas as áreas são activadas quer quando se executam acções quer quando se observam

noutros indivíduos acções similares (Keysers & Gazzola, 2009; Keysers & Perrett, 2004; Morsella, et al., 2008; Rizzolatti & Craighero, 2004). Outros estudos sugerem que as bases neurais envolvidas na produção das acções estão também envolvidas na percepção das acções dos outros (Jenkins, Macrae, & Mitchell, 2008; Leslie, 1994; Macrae, Heatherton, & Kelley, 2004; Morsella, et al., 2008).

São várias as estruturas cerebrais que intervêm no controlo das condutas sociais: o córtex pré-frontal ventromedial, a amígdala, o córtex somatosensorial direito e a ínsula. O córtex pré-frontal ventromedial encontra-se relacionado com o raciocínio social e com a tomada de decisões; a amígdala com o julgamento social de faces; o córtex somatosensorial direito, com a empatia e com a simulação; enquanto a insula, com a resposta autonómica. (Butman & Allegri, 2001; Kringelback, 2005)

As descobertas na neurociência mais actuais permitiram elaborar uma teoria unificada que pressupõe uma cognição social intuitiva. Tanto ao nível das acções como das sensações e emoções, a observação de outros indivíduos parece transformar-se numa representação interior daquilo que faríamos ou sentiríamos numa situação similar. Quando observamos acções, sensações ou emoções de outros indivíduos, o nosso cérebro recria espontaneamente um padrão de actividade neural que lembra situações em que executamos acções similares ou vivemos as mesmas sensações ou emoções. Ao nível neural isto parece ocorrer através de áreas cerebrais comuns à experiências de acções, sensações e emoções e à observação destes estados ou acções nos outros. Esta actividade neural partilhada é mais forte em indivíduos mais empáticos, o que sugere que estes mecanismos poderão ser a base neural da empatia intuitiva para com os outros indivíduos (Keysers & Gazzola, 2009).

Nesse sentido torna-se necessário encontrar uma explicação dos mecanismos cerebrais envolvidos nesta função neuronal de espelhamento e dos seus indicadores neurofisiológicos. Uma das explicações que tem vindo a ser adiantada baseia-se na disfunção do sistema dos neurónios espelho (SNE) no córtex pré-frontal (Ramachandran & Oberman, 2006). Conceptualmente, o SNE no córtex pré-motor responde quer quando um indivíduo realiza determinado

movimento, quer quando observa outro indivíduo a realizar esse mesmo movimento.

A nossa capacidade de compreender e partilhar as emoções dos outros está relacionada com aquilo que conhecemos por empatia. As emoções, do ponto de vista da neurociência e social, são um estado interior que se reflecte nos nossos movimentos, podendo ser percebidas pelos outros. Um estudo de Pfeife e colaboradores (2005, cit. in Keysers & Gazzola, 2009) demonstrou que crianças com actividade mais intensa no córtex pré-motor apresentam um melhor funcionamento em situações sociais.

Em humanos, a actividade dos NE tem sido estudada através da análise da supressão dos ritmos neurofisiológicos de frequência 8-13 Hz nas áreas sensório-motoras, frequentemente denominados de ritmos mu, constituindo um indicador indirecto da actividade dos NE no córtex pré-motor. Habitualmente, esta dessincronização dos ritmos mu é um fenómeno que ocorre com a realização de movimentos, sendo observada no hemisfério contra-lateral (Niedermeyer & Silva, 1990). A actividade dos NE é detectada através deste mesmo disparo assíncrono nos neurónios e concomitante redução do ritmo das ondas mu (supressão da amplitude da banda de frequência de 8-13 Hz) no córtex sensoriomotor em condições de observação ou de imaginação do movimento (Ulloa & Pineda, 2007; Virji-Babul, et al., 2008).

O uso da supressão das ondas mu como um índice da actividades dos NE é suportado pela evidência anatómica e fisiológica de fortes conexões cortico-corticais, em humanos e primatas não humanos, entre o córtex ventral prémotor (incluindo a região que se pensa conter NE) e o córtex sensoriomotor primário onde o ritmo mu é gerado e gravado (Pineda & Hecht, 2008). Para além destas evidências existem ainda correlações funcionais que permitem suportar o uso da supressão das ondas mu como índice da actividade dos NE.

Estudos de Gastaut e Bert (1954, cit. in Babiloni, et al., 2002; Buccino, et al., 2001; Oberman, Pineda, & Ramachandran, 2007; Pineda, Allison, & Vankov, 2000) concluíram que tal como os NE, as oscilações das ondas mu respondem especificamente a movimentos realizados, observados e imaginados. Da mesma

forma (Altschuler, Vankov, Wang, Ramachandran, & Pineda, 1997; Oberman, et al., 2005; Rizzolatti & Fadiga, 1998) perceberam que tanto os NE como as ondas mu apenas respondem a estímulos animados. Adicionalmente, e de acordo com Buccino e colaboradores (2001) e Pfurtscheller e colaboradores (1997), os NE e as ondas mu parecem responder de uma forma somatotópica.

Ao observar um movimento intencional, um indivíduo activa no cérebro determinadas células que são as mesmas necessárias para realizar esse mesmo movimento. Quem observa o movimento, identifica-o; reconhece-o e interpreta-o (se constar das suas experiências) ou aprende-o se nunca o tiver experienciado. Este processo estende-se a processos cognitivos e comportamentais mais complexos, não se confinando aos actos motores (Rizzolatti, et al., 1996).

As acções feitas por outras pessoas constituem uma categoria de estímulos de grande importância para os primatas em geral e para os seres humanos em particular. Se quisermos sobreviver, devemos compreender as acções dos outros. Além disso, sem o entendimento da acção em sentido lato, a organização social não é possível. No caso dos humanos, existe uma outra faculdade que depende da observação das acções dos outros: a aprendizagem por imitação ou modelagem. Ao contrário da maioria das espécies, somos capazes de aprender por imitação e essa capacidade é a base da cultura humana (Rizzolatti & Craighero, 2004).

Estudos realizados com estimulação magnética transcraniana indicam que o SNE que existe nos humanos possui propriedades importantes não observadas em primatas. De uma forma especial, os movimentos sem sentido intransitivo, ou seja, movimentos que não são directamente relacionados a nenhum objecto em particular (e.g., simplesmente mover o braço), produzem activação do SNE em seres humanos, o que não se observa em primatas (Fadiga, Fogassi, Pavesi, & Rizzolatti, 1995; Maeda, Kleiner-Fisman, & Pascual-Leone, 2002). Esta propriedade do SNE humano parece desempenhar um papel fulcral na determinação da capacidade de imitar a acção dos outros nos seres humanos (Oberman, et al., 2007; Rizzolatti & Craighero, 2005).

A descoberta deste SNE oferece um potencial mecanismo neuronal que desempenha um papel principal não só na imitação de acções bem como em outros aspectos do entendimento social dos outros. No desenvolvimento humano infantil os NE podem ser elementos chave facilitadores para a imitação precoce de acções, o desenvolvimento da linguagem, funções executivas e muitos componentes da Teoria da mente. Um grande número de evidências aponta a actividade do SNE como um potencial mecanismo neuronal para o entendimento de estados mentais (Rizzolatti, Fogassi, & Gallese, 2001). Mais especificamente, os NE foram implicados na compreensão das acções (Umiltà, et al., 2001); na observação e imitação de expressões faciais (Dapretto, et al., 2006); e na linguagem (Pineda & Hecht, 2008; Rizzolatti & Arbib, 1998).

O autismo é uma das condições patológicas humanas mais estudadas no que concerne à afectação do SNE, pois considera-se que este pode afectar a capacidade dos indivíduos para se relacionarem com outras pessoas e para adquirir comportamento social. Um dos primeiros estudos nesta área foi realizado por Oberman (2005), que investigou se os indivíduos com autismo apresentam disfunção no SNE, dadas as suas deficiências comportamentais para compreender e responder adequadamente aos comportamentos dos outros. Foi medida a supressão dos ritmos das frequências mu através de EEG em C3, Cz e C4. Este teve como participantes um grupo de dez indivíduos com autismo de alto funcionamento e outro grupo de controlo sem patologia de idades e género semelhantes. O registo do sinal EEG era medido enquanto realizavam movimentos com a mão e assistiam a vídeos com um movimento de mãos, com uma bola a mover-se na vertical para cima e com ruído visual (para obtenção da baseline).

Oberman (2005) constatou que no grupo controlo houve supressão significativa dos ritmos mu nas condições de executar movimentos de mão e na observação do vídeo do movimento da mão. No grupo dos autistas observou uma supressão significativa para os movimentos que o próprio executou, mas não na condição de observação do vídeo com movimento da mão. Estes resultados suportam a hipótese de um SNE disfuncional nos indivíduos com autismo de alto funcionamento.

4. Cognição Social no Síndrome de Down: o que se pode supôr da actividade do Sistema de Neurónios Espelho?

Em Portugal e segundo dados da APT21, estima-se que existam entre 12 a 15 mil indivíduos com SD. Apesar de existirem bastantes estudos em todo o mundo sobre esta problemática, estes não se debruçam sobre aspectos relacionados com a cognição social. Esta lacuna pode dever-se ao facto de que as pessoas com SD, e mais especificamente as crianças, apesar do atraso cognitivo que evidenciam, se apresentarem afectuosas e empáticas e demonstrarem relativamente boas interacções sociais. (Walz & Benson, 2002). Apesar da deficiência mental ser considerada como uma das causas para baixas competências sociais (Frith, Happé, & Siddons, 1994), no SD observa-se uma relativa (e aparente) preservação da Teoria da mente. De facto, a Teoria da mente em pessoas com SD não se parece encontrar tão afectada como no autismo e pode inclusivamente apresentar níveis semelhantes aos de indivíduos com desenvolvimento normal (Baron-Cohen, et al., 1985).

Também os estudos realizados com base em tarefas de “falsa-crença”² da Teoria da mente, inicialmente desenvolvidos por Wimmer e Perner (1983), podem esclarecer alguns aspectos da Teoria da mente no síndrome de Down

Baron-Cohen e colaboradores (1985) criaram o teste da Sally-Ann para investigar o possível comprometimento de crianças com autismo na capacidade para utilizar o contexto social para compreender o que as outras pessoas pensam e acreditam. Para os autores, um dos aspectos fundamentais da Teoria da mente é a compreensão do papel da crença na determinação de uma acção, i.e., aquilo que a pessoa acredita pode ser mais relevante no despoletar de um dado comportamento do que quaisquer circunstâncias reais. Nessa tarefa, uma boneca (Sally) coloca o seu brinquedo numa caixa e sai da sala. Enquanto isso, outra boneca (Ann) tira o brinquedo da caixa em que Sally o havia colocado e deposita-

² Tarefas que consistem em contar uma história ao indivíduo, na qual existem dados que permitem inferir que o protagonista tem uma crença diferente da realidade.

o noutra caixa. Pergunta-se à criança em qual das caixas a Sally provavelmente vai procurar o brinquedo quando voltar à sala. As crianças com autismo, ao contrário das crianças com desenvolvimento normal e com deficiência mental, mostraram dificuldades em perceber que Sally não tinha nenhuma informação a respeito da mudança de caixa, e tenderam a responder que Sally procuraria o brinquedo na caixa em que Ann o havia colocado (Baron-Cohen, et al., 1985).

Num estudo de Charman e colaboradores (1998) verificou-se que numa tarefa de “falsa-crença” da Teoria da mente, os indivíduos adultos com deficiência mental revelaram melhores resultados do que as crianças e adolescentes também com deficiência mental. Este estudo consistia na realização da tarefa de “falsa crença” em que cada participante via uma conhecida caixa de cereais (ou caixa de Smarties para os grupos de crianças e adolescentes), sendo-lhes colocada a questão “o que achas que está lá dentro?”. Após a resposta à questão a caixa foi aberta e foi-lhes mostrado que continha realmente um espelho (ou um lápis nos dois grupos de indivíduos mais novos). A caixa foi fechada novamente e foi-lhes colocada outra vez a questão “Agora, o que achas que está lá dentro?”, confirmando que a sua crença tinha sido alterada. Por último foi colocada a questão “quando viste a caixa pela primeira vez, o que achaste que estava lá dentro?”. Para a tarefa se considerar completa o participante tinha que responder correctamente às três questões: da nomeação, da realidade e da crença, respectivamente (Charman, et al., 1998).

Os resultados deste estudo são ainda consistentes com o facto de que a experiência, em particular a resultante da interacção social, parece contribuir de forma fundamental para a maturação da Teoria da mente. Wellman e Liu (2004, cit. in Thirion-Marissiaux & Nader-Grosbois, 2007) consideram que o desenvolvimento da Teoria da mente inclui a compreensão de múltiplos conceitos adquiridos numa extensa série de acontecimentos durante o desenvolvimento do indivíduo.

Contudo, num estudo realizado por Giaouri, Alevriadou e Tsakiridou (2010) verificou-se que indivíduos com SD apresentam um desempenho mais pobre nas tarefas de Teoria da mente quando comparados com indivíduos com deficiência mental não especificada e com indivíduos com desenvolvimento

normal, equiparadas na idade mental. Com base neste estudo adiantou-se a hipótese dos défices na Teoria da mente poderem ser explicados pelo fenótipo cognitivo específico do SD.

Relativamente ao reconhecimento de expressões emocionais, encontramos dados que nos indicam a existência de alterações que se poderão reflectir na empatia. Num estudo realizado por Hippolyte, Barisnikov e Van der Linden (2008) verificou-se que pessoas com SD apresentavam alterações no reconhecimento das emoções de surpresa e das emoções neutras, em que os adultos com SD apresentam pior desempenho do que os indivíduos do grupo de controlo. Além disso, existe uma tendência para avaliar de forma mais positiva as expressões faciais.

Noutro estudo realizado de Hippolyte e colaboradores (2009) com indivíduos adultos com SD e um grupo controlo de crianças com desenvolvimento normal e equiparadas com os adultos em relação à compreensão de vocabulário, verificou-se que os primeiros apresentam maiores dificuldades de identificação emocional. Também a correspondência de emoções foi realizada com dificuldade pelos indivíduos com SD, sendo que a emoção de “alegria” revelou ser a de mais fácil correspondência. Na atribuição de emoções a contextos/situações verificaram-se diferenças significativas entre os dois grupos na atribuição da emoção “tristeza”, sendo que a análise do padrão de erro do grupo de indivíduos com SD revelou que essa expressão raramente foi seleccionada em toda a tarefa (Hippolyte, et al., 2009).

Ainda relativamente ao reconhecimento de expressões faciais, encontram-se evidências que demonstram a existência de dificuldades de reconhecimento emocional em adultos com deficiência mental quando comparados com controlos de idade mental semelhante, o que sugere que possam existir défices específicos de percepção de emoções (Mcalpine, Singh, Kendall, & Ellis, 1992). Contrapondo estes dados, as crianças com SD apresentam um desempenho similar relativamente a tarefas de reconhecimento emocional quando comparados com crianças com desenvolvimento normal equiparadas na idade mental (Kasari, Freeman, & Hughes, 2001).

Comparativamente com sujeitos com autismo, observou-se que indivíduos com SD possuem melhores competências para responder apropriadamente de acordo com guiões sociais conversacionais. Revelaram-se particularmente mais assertivos nas sugestões e comentários quando confrontados com situações emocionais por parte de outro indivíduo (Loveland & Tunali, 1991).

Da mesma forma, diferentes autores (Elliott, Weeks, & Gray, 1990; Heimann, Ullstadius, & Swerlander, 1998; Welsh, Elliott, & Simon, 2003) observaram boas capacidades práxicas e de imitação de gestos em indivíduos com SD, que têm sido reportadas como estando ao mesmo nível dos apresentados por controlos saudáveis equiparados em idade mental. Como se teve a oportunidade de acima referir, a capacidade de imitação é um dos fundamentos da cognição social e da capacidade de nos colocarmos no lugar dos outros, o que nos pode fazer supor a existência de um SNE relativamente intacto nesta população.

No sentido de esclarecer esta questão e de melhor perceber o funcionamento dos NE no SD foi encontrado, na sequência da revisão da literatura, um único estudo que investigou a actividade dos NE no SD. Virji-Babul e colaboradores (2008) encetaram uma investigação com o objectivo de verificar a relação entre a imitação e a supressão dos ritmos mu. A experiência tinha como base um paradigma experimental composto por três condições em que os sinais de actividade neural eram recolhidos através de EEG durante o repouso, durante a execução de um movimento com objectivo e durante a observação de uma acção. Os resultados mostraram que os indivíduos com SD pareciam apresentar uma reduzida supressão dos ritmos mu durante a observação da acção de pegar num objecto. Contudo, observou-se também uma assimetria cerebral neste processo, ocorrendo maior supressão na região sensório-motora direita, inclusivamente semelhante à observada no grupo de controlo. Nos controlos, observou-se uma resposta de supressão dos ritmos mu bilateral simétrica.

Com base na revisão da literatura efectuada encontramos muitas inconsistências no que diz respeito à cognição social e à sua possível relação com o SNE. Por um lado encontramos estudos que sugerem uma relativa

preservação da teoria da mente e capacidades imitativas intactas, que poderiam à partida fazer supor a existência de um SNE ileso. Por outro lado encontramos estudos que apontam para dificuldades de teoria da mente e de processamento de emoções, para além de um estudo que aponta para um SNE disfuncional (que não é no entanto esclarecedor nas suas conclusões).

Neste sentido, parece fundamental esclarecer de que forma se encontram os mecanismos básicos subjacentes à cognição social no SD. A compreensão destes processos básicos poderá oferecer indicadores importantes para o tipo de técnicas que poderão ser empregues na reabilitação psicossocial destas pessoas.

CAPÍTULO II – ESTUDO EMPÍRICO

Neste capítulo descrevemos a metodologia utilizada no âmbito do estudo empírico efectuado, para em seguida procedermos à análise e interpretação dos resultados obtidos.

1. Metodologia

Alguns estudos têm vindo a demonstrar que pessoas com perturbações significativas na cognição social parecem apresentar uma limitação neurobiológica que as impede de simular as acções e emoções dos outros. Este facto tem vindo a ser demonstrado ao nível psicofisiológico em estudos realizados com pessoas com autismo (Oberman, et al., 2008; Pineda, 2005; Pineda & Oberman, 2006). Nestes têm-se verificado que as pessoas com alteração na cognição social demonstram reduzida sensibilidade à observação das acções dos outros, conforme se demonstra pela ausência ou diminuição do nível de supressão da amplitude da banda de frequência de 8-13 Hz em C3, Cz e C4. Este tipo de actividade ocorre de forma natural em indivíduos saudáveis que não apresentam alterações ao nível da cognição social (Oberman, et al., 2007).

Contudo, como referido anteriormente os dados têm-se reportado essencialmente a pessoas com autismo, não se sabendo o que sucede com outras perturbações do desenvolvimento, nomeadamente o SD. O conhecimento mais aprofundado dos mecanismos de cognição social no SD poderá oferecer *guidelines* mais precisos para a elaboração de programas de desenvolvimento de competências (Oberman, et al., 2008). A lógica subjacente a este projecto de investigação assenta predominantemente no pressuposto de amostragem para teste da teoria da simulação no SD. Contudo, não havendo uma hipótese estanque de partida, adoptar-se-á uma postura perante o conhecimento de "descoberta", que se enquadra numa lógica de raciocínio abductivo.

Da revisão da literatura apenas se encontrou um estudo que abordou a questão dos SNE no SD. Tendo como enquadramento conceptual a teoria da simulação da cognição social, este trabalho tem como **objecto** de estudo o SNE

no SD e sua relação com a cognição social. Após análise da literatura mais actual sobre os mecanismos e métodos psicofisiológicos mais adequados para o estudo das alterações da cognição social, pretendeu-se realizar um estudo transversal de carácter analítico, que teve como **objectivos** analisar o que ocorre no SD relativamente aos fenómenos neuronais de espelhamento das acções dos outros, nomeadamente no que diz respeito à supressão dos ritmos de frequência 8-13 Hz (que se pensa ser um indicador da acção do SNE); calcular a variação da supressão dos ritmos de frequência 8-13 Hz nas condições de realização de movimento e de observação do movimento dos outros; comparar o nível de supressão dos ritmos de frequência 8-13 Hz que ocorre nestas diferentes condições em pessoas com SD e em pessoas saudáveis sem SD; e analisar a relação entre a supressão dos ritmos de frequência 8-13 Hz e a idade.

Para a realização deste estudo definiram-se critérios de qualidade tendo em consideração parâmetros teóricos e empíricos. Em primeiro lugar, na revisão de literatura encontramos dados que permitem assumir a supressão da amplitude da banda de frequência 8-13Hz como indicador de funcionamento do sistema dos neurónios espelho (SNE). Por outro lado encontramos também literatura suficiente para considerar o SNE como um sistema importante para a cognição social (Oberman, et al., 2007; Woodruff & Maaske, 2010).

Em segundo lugar, os dados empíricos e os seus pressupostos teóricos subjacentes oferecem confiança de que as validações do ritmo de frequência 8-13Hz podem sofrer alterações consoante a variação de carácter social dos estímulos, podendo-se estabelecer uma relação de causalidade com a responsividade do SNE (Gallese, Keysers, & Rizzolatti, 2004). De facto, verificam-se alterações da modulação na supressão dos ritmos mu quando se observa um aumento do grau das acções de interacção social, o que sugerem que SNE é sensível à presença de pistas sociais num estímulo. Quanto maior é o grau de identificação do observador com os estímulos, maior é o grau de interacção social percebido (Oberman, et al., 2007).

De seguida proceder-se-á à descrição dos instrumentos e procedimentos adoptados no estudo, bem como à caracterização dos participantes.

1.1. Instrumentos

A recolha de dados para este trabalho baseou-se essencialmente na utilização do EEG, que segundo Picton (1988) mede as mudanças na actividade eléctrica do sistema nervoso registadas em resposta a estímulos físicos, em associação com processos psicológicos ou em preparação para a actividade motora. O sinal de EEG corresponde ao fluxo de corrente extracelular resultante do somatório dos potenciais pós-sinápticos excitatórios e inibitórios, que ocorrem nas células piramidais corticais, permitindo o registo da actividade produzida pelo disparo dos neurónios dentro do cérebro durante um curto período de tempo, gravados a partir de múltiplos eléctrodos colocados no couro cabeludo (Niedermeyer & Silva, 1990).

Para recolha dos sinais neuropsicofisiológicos e para determinação da supressão da banda de frequências 8-13Hz, recorreu-se a um amplificador de EEG *Truscan 32 EEG*[®], que permite obter recolhas até um máximo 32 canais com uma taxa de aquisição de 128hz. As impedâncias foram mantidas abaixo de 10 k Ω e foram usados filtros *standard anti-aliasing*. O sinal obtido foi filtrado digitalmente com um *bandpass filter* definido para 0,5-45 Hz.

Para a recolha dos sinais colocaram-se os eléctrodos nas localizações C3, CZ, C4 e O1 e O2, seguindo o sistema internacional 10-20 (Malmivuo & Plonsey, 1995; Towle, et al., 1993), e eléctrodos nas mastóides como referência. Para a colocação dos eléctrodos procedeu-se à medição da superfície do crânio, localizando-se o ponto médio (CZ) entre o inion³ e o nasion⁴ e entre ambos os pontos pré-auriculares⁵. A determinação das localizações C3 e C4, que correspondem à área do córtex sensório-motor, obteve-se pelo cálculo de 20% da distância do ponto (CZ) entre os pontos pré-auriculares para os lados (esquerdo - C3 e o direito - C4) no plano coronal. As localizações O1 e O2 encontram-se a 10% da distância do inion para cima e 10% para o lado esquerdo (O1) para o lado direito (O2) no plano coronal (Towle, et al., 1993) (figura 1).

³ Inion - Protuberância occipital externa.

⁴ Násio - Ponto central da sutura frontonasal.

⁵ Ponto pré-auricular - Ponto na raiz posterior do arco zigomático imediatamente na frente do meato acústico externo.

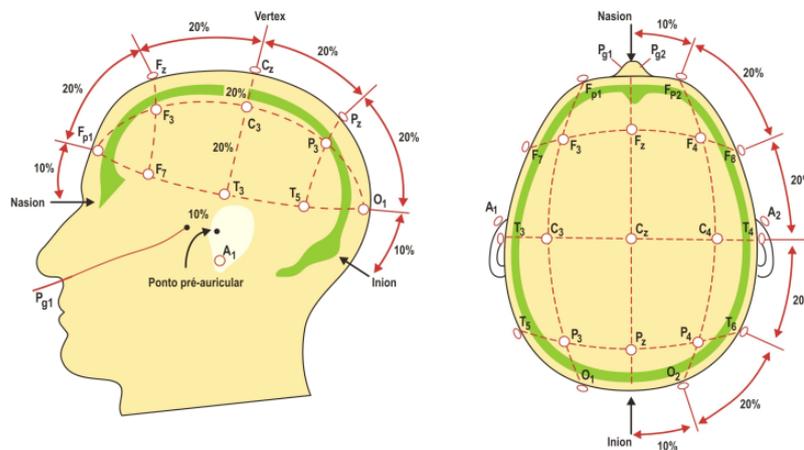


Figura 1 - Esquema da localização dos eléctrodos principais usados no sistema 10-20 em EEG

Para a recolha dos sinais colocaram-se eléctrodos com revestimento clorídrico de um composto Ag/AgCl com uma pasta (gel electrolítico) que tem propriedades condutivas, nas posições do escalpe acima indicadas, tendo o cuidado de passar levemente na superfície da pele um liquido com propriedades abrasivas para reduzir a impedância no contacto entre a pele e o eléctrodo. Como referido anteriormente, as impedâncias em todos os eléctrodos foram medidas e confirmadas para serem inferiores a 10 k Ω , tanto antes como durante e depois dos procedimentos experimentais.

Mostrou-se também importante aplicar uma medida de comportamento que permitisse determinar o nível de estabilidade comportamental dos participantes com SD antes de participarem no estudo, para confirmar que apresentavam as condições necessárias para colaborarem com os procedimentos experimentais requeridos. Nesse sentido recorreu-se ao *Aberrant Behavior Checklist (ABC)* (Aman & Singh, 1994; Marshburn & Aman, 1992), constituída por 5 sub-escalas, distribuídas por 58 itens que são cotados numa escala de quatro pontos, variando de “não é de todo um problema” (0) para “o problema é grave” (3). O ABC é uma escala de avaliação que foi desenvolvida para pessoas com deficiência intelectual, como medida para determinação dos efeitos dos tratamentos. Esta escala divide-se nos seguintes cinco subtestes: Irritabilidade

(15 itens); Letargia (16 itens), Comportamento estereotipado (7 itens), Hiperactividade, (16 itens) e Discurso desadequado (4 itens) (Aman & Singh, 1994; Chung & Corbett, 1998; Marshburn & Aman, 1992). O instrumento utilizado neste estudo foi a versão portuguesa oficial, cedida pelos autores da escala original.

Para efeitos de classificação de apto ou não apto a participar no estudo, seleccionaram-se apenas os subtestes Irritabilidade e Hiperactividade, uma vez que dizem respeito às áreas comportamentais que poderiam ter mais interferência nas condições experimentais da investigação. O subteste Irritabilidade tem um *score* máximo de 45 e o subteste Hiperactividade tem um *score* máximo de 48. Um *score* maior nos subtestes implica que o comportamento avaliado é dado como grave no indivíduo (Aman, Singh, Stewart, & Field, 1985). No estudo realizado por Marshburn e Aman (1992), o valor médio do subteste Irritabilidade para pessoas maiores de 18 anos de idade com deficiência intelectual foi de 6,08 para o sexo masculino e de 5,88 para o sexo feminino e do subteste Hiperactividade foi de 11,03 para o sexo masculino e de 7,30 para o sexo feminino. Tendo em consideração este valor, foram excluídos do estudo todos os sujeitos que apresentassem valores superiores a 5 no subteste de Irritabilidade e de 7 no subteste de Hiperactividade.

Todos os participantes responderam também a um conjunto diversificado de questões sócio-demográficas, incluindo dados como a idade, o sexo, a escolaridade, a profissão e a existência de toma de psicofármacos.

1.2. Procedimentos

Para a participação das pessoas com SD neste estudo foi elaborada uma declaração de consentimento informado, que foi entregue aos pais e/ou tutores das pessoas com SD, onde constavam os objectivos e procedimentos do estudo. Caso os pais e/ou tutores consentissem na participação das pessoas com SD, esta declaração era entregue devidamente preenchida e assinada. Relativamente

aos participantes do grupo de controlo este procedimento foi semelhante: os objectivos e procedimentos do estudo foram explicados e a declaração de consentimento informado foi lida e devidamente assinada pelos próprios.

Para recolha dos dados de EEG utilizou-se um paradigma experimental constituído por 3 vídeos e por uma condição de realização de movimentos da mão. Os estímulos tinham a duração de 80 segundos cada, tendo sido apresentadas de forma aleatória aos sujeitos durante a investigação. Os registos para as condições experimentais foram recolhidos apenas após um intervalo de 5 minutos entre a colocação dos eléctrodos e o registo do EEG nas condições experimentais. A colocação dos eléctrodos e o registo do sinal de EEG foi realizado por um técnico de neurofisiologia licenciado.

Neste ponto torna-se importante a descrição das condições experimentais para melhor compreensão da investigação:

- **observação de um vídeo com um ponto cinzento claro estático num fundo preto** (PE – Ponto estático) – esta condição foi utilizada para obter os valores de *baseline* dos participantes (figura 2);
- **observação de um vídeo com dois pontos cinzentos claros num fundo preto a movimentarem-se na vertical, a unirem-se no centro e a afastarem-se para a posição inicial** (PM – Pontos em Movimento) – uma vez que esta condição não representa ou evoca qualquer movimento biológico com significado, pensa-se que não acciona qualquer tipo de actividade do SNE, sendo ideal para obter uma condição de controlo experimental (Oberman, et al., 2005; Pineda & Oberman, 2006; Rossi, et al., 2002) (figura 3);
- **realização de um movimento repetido de abrir e fechar com as duas mãos** (FMM – Fazer Movimento das Mãos) – está relativamente bem comprovado que esta condição de realização de movimentos provoca a supressão dos ritmos mu (de frequência 8-13 Hz) nos eléctrodos das posições centrais (C3, C4 e Cz) (Niedermeyer & Silva, 1990; Oberman, et al., 2005; Pineda & Oberman, 2006).
- **observação do movimento de abrir e fechar uma mão** (VMM – Ver Movimento da Mão) – utilizado em outros estudos laboratoriais para determinar

se ocorre supressão dos ritmos mu (de frequência 8-13 Hz) na observação de movimentos realizados por outra pessoa, tida como um indicador da actividade do SNE (Oberman, et al., 2005; Pineda & Oberman, 2006) (figura 4);

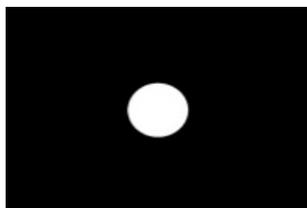


Figura 2 – Ponto estático

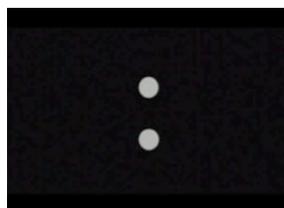


Figura 3 – Pontos em movimento



Figura 4 – observação do movimento da mão

Todos os vídeos foram apresentados num quadro Interactivo “Smart Board” de 195 cm (diagonal) a uma distância de visualização de 100 cm. Para assegurar que os participantes estavam com atenção aos vídeos dos estímulos, solicitou-se que participassem em tarefas contínuas de desempenho. Os vídeos de 80 s tinham 4 a 6 paragens de 1-2 s nas condições que implicavam movimento. Como controlo da atenção, era solicitado aos participantes que contassem o número de vezes que os movimentos paravam e que informassem o investigador no final de cada condição observada (Oberman, et al., 2005; Oberman, et al., 2008; Raymaekers, Wiersema, & Roeyers, 2009).

As oscilações de EEG na frequência de 8-13 Hz registada ao longo do córtex occipital são influenciadas por estados de expectativa e de consciência (Klimesch, Doppelmayr, Russegger, Pachinger, & Schwaiger, 1998). Como pode ocorrer uma sobreposição de ondas dos ritmos mu com as ondas alfa que são geradas na parte posterior registadas em O1 e O2 (uma vez que o gerador posterior dos ritmos alfa é mais forte que o ritmo mu), é possível que as frequências registadas em C3, CZ e C4 possam ser afectadas por esta actividade posterior. Nesse sentido foram retirados os primeiros e os últimos 10 segundos finais de cada aquisição dos dados, para eliminar a possibilidade de diferenças de atenção devido ao início e ao fim do estímulo. Também não é esperado que haja uma diferença sistemática na actividade de alfa visto que os estímulos são visuais e o sujeito tem sempre os olhos abertos durante a experiência (Oberman, et al., 2005).

Os movimentos dos olhos e os artefactos musculares foram identificados e manualmente removidos antes de se proceder à análise do sinal, que foi realizada com recurso ao *software AcqKnowledge*[®] 4.1.0 dos sistemas BIOPAC. Apesar de se ter obtido dados dos eléctrodos O1 e O2, apenas serão apresentados os dados recolhidos em C3, C4 e Cz, uma vez que os ritmos mu são característicos das oscilações ao longo do córtex sensório-motor e dado que não se registaram variações nas oscilações 8-13 Hz medidas nas posições occipitais ao longo do paradigma experimental.

Para cada segmento limpo de artefactos foi realizado o cálculo do *power* de frequência de 8 a 13 Hz que foi obtido com recurso a transformação rápida de Fourier (FFT), tendo-se definido épocas de 2 segundos. Um dos aspectos mais importantes da utilização de segmentos de dados resultantes do FFT é a introdução de descontinuidades nos limites desses segmentos. Para reduzir essa limitação recorreu-se a uma janela Hamming definida por defeito na função de *power analysis* do *software AcqKnowledge*[®] 4.1.0..

O cálculo da supressão dos ritmos mu foi obtida a partir do cálculo do rácio entre o *power* dos ritmos mu das diferentes condições experimentais e o *power* da condição usada para *baseline*. A escolha de utilização de um rácio em detrimento dos valores directos de *power* prendeu-se com o facto de se pretender controlar os efeitos da variabilidade individual que em nada estão relacionados com a actividade do SNE. Recorreu-se a transformações logarítmicas para obter o rácio logarítmico respeitante ao nível de supressão dos ritmos mu, de forma a garantir a normalidade dos dados e a sua comparação inter-grupal. Nesse sentido, um valor negativo indica supressão dos ritmos mu relativamente à *baseline*; um valor igual a zero indica a inexistência de variações da amplitude e do *power* dos ritmos mu; um valor superior a zero indica um aumento da amplitude e *power* dos ritmos mu.

Recorreu-se à análise estatística, através do Statistical Package for Social Sciences SPSS[®] software da IBM[®] (2008), Versão 17, para o tratamento estatísticos dos dados. A significância das diferenças de supressão dos ritmos mu ao longo das diferentes condições experimentais foi determinada com uma

ANOVA de medições repetidas mista 2 (grupo de pessoas com SD e grupo de controlo) X 3 (condição experimental PM, VMM e FMM). A análise de diferenças significativas entre o valor logarítmico zero correspondente à inexistência de supressão e os valores de supressão registados em cada eléctrodo e em cada condição experimental foi determinada com recurso a *t-tests* para uma amostra. Recorreu-se aos *t-tests* para amostras independentes para confirmar a existência de alguma diferença significativa entre o grupo de pessoas com SD e o grupo de controlo em cada condição experimental. Utilizaram-se também *t-tests* para amostras emparelhadas para verificar a existência de diferenças significativas entre o nível de supressão dos ritmos μ nas condições experimentais VMM e FMM nos diferentes eléctrodos. Por fim, recorreu-se ao valor do coeficiente de *r* de *Pearson* para analisar a presença de correlações entre a supressão dos ritmos μ e a idade.

Terminada a descrição dos instrumentos e dos procedimentos, apresentamos no subcapítulo seguinte a caracterização dos participantes do estudo.

1.3. Participantes

Para a realização deste estudo foram recrutadas pessoas com SD com idade jovem (21 a 37 anos de idade), seleccionados na Associação Portuguesa de Pais e Amigos do Cidadão com Deficiência Mental de Viana do Castelo. Recorreu-se à equipa técnico-pedagógica de enquadramento da instituição para a selecção dos mesmos, tendo em consideração o seu funcionamento psicossocial, a sua capacidade para participar num estudo desta natureza e a sua capacidade para compreender as instruções. Para este efeito recorreu-se à escala ABC, tendo sido excluídos do estudo todos os sujeitos que apresentassem valores superiores a 5 no subtteste de Irritabilidade e de 7 no subtteste de Hiperactividade (ver justificação no subcapítulo respeitante à descrição dos instrumentos). Foram também seleccionadas por conveniência pessoas jovens (22 a 37 anos de idade)

sem SD, de entre o conjunto de pessoas conhecidas pelos investigadores, que constituíram o grupo de controlo.

Foram excluídos do grupo de pessoas com SD todos os sujeitos com lesão cerebral causada por traumatismo e/ou perturbação psiquiátrica. Semelhantemente, no que diz respeito ao grupo de controlo, foram excluídos todos os sujeitos que reportassem ter lesão cerebral causada por traumatismo, lesão neurológica ou doença mental. Nenhum dos participantes com SD ou pertencentes ao grupo de controlo encontravam-se a tomar psicofármacos à data de realização do estudo. Um dos sujeitos foi retirado da análise de dados pelo facto de apresentar um EEG com muitos artefactos causados por um excesso de movimentos durante a experiência.

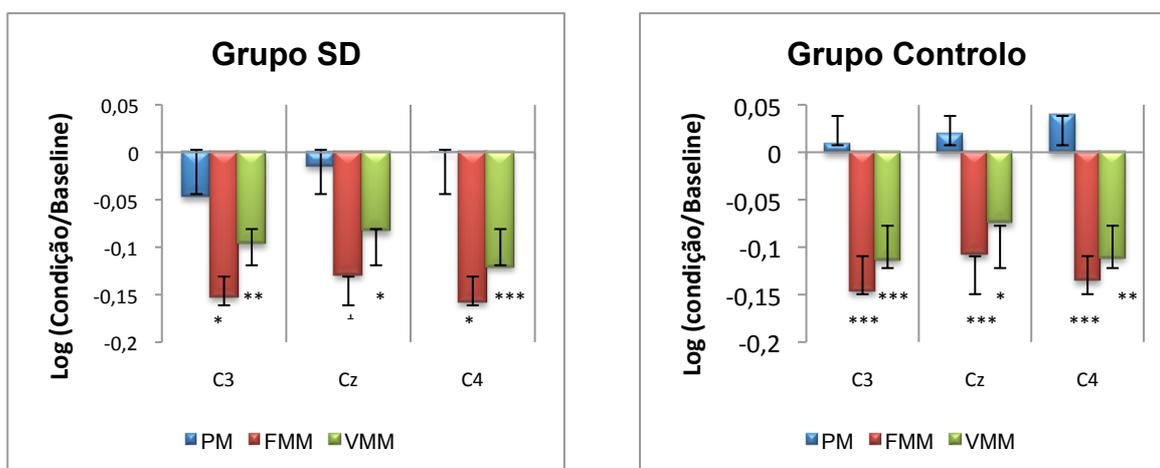
Assim, a amostra final do estudo é constituída por 11 participantes com SD (8 do sexo masculino; Idade: $M= 27,58$ e $DP= 4,621$) e por 20 controlos saudáveis (8 do sexo masculino; Idade: $M=27,0$ e $DP=5,496$). Não se verificaram diferenças significativas entre a média de idades apresentada pelo grupo de pessoas com SD e o grupo de controlo ($t=0,562$; $p = 0,578$). No que diz respeito aos subtestes do ABC no grupo de pessoas com SD, obtiveram-se valores relativamente baixos quando comparados com os apresentados no estudo original de validação da escala (Marshburn & Aman, 1992) (subteste Irritabilidade: $M = 1,18$ e $DP = 1,328$; subteste Hiperactividade: $M = 1,18$ e $DP = 1,471$).

Em relação à lateralidade, 2 dos participantes do grupo de pessoas com SD e 1 dos participantes do grupo de controlo eram esquerdinos. No que diz respeito à escolaridade no grupo de controlo, 1 tinha o 2º ciclo do ensino básico, 2 tinham o 3º ciclo do ensino básico, 16 tinham o ensino secundário e 1 detinha um curso do ensino superior.

2. Resultados

Apresenta-se nesta secção a análise dos resultados registados durante a aplicação das condições experimentais, relativa às variações relativas do *power* dos ritmos de frequência mu (8-13 Hz) na área do córtex sensório-motor nas localizações C3, Cz e C4. Em particular comparou-se o nível de supressão dos ritmos mu durante as condições experimentais de realização do movimento da mão (FMM) e a da observação do movimento da mão (VMM)

Para melhor compreender os resultados, apresentam-se 2 gráficos resumo (gráfico 1 respeitante ao grupo de pessoas com SD e gráfico 2 respeitante ao grupo de controlo) com as médias dos valores do rácio logarítmico entre as condições PM, FMM e VMM nas diversas localizações utilizados (C3, CZ e C4) e a condição *baseline*.



Gráficos 1 e 2 – Supressão dos ritmos mu nos grupos SD e Controlo. As barras representam a média do logaritmo do rácio do *power* da frequência mu (8-13 Hz) durante as condições de observação dos pontos em movimento (PM), de realização de movimento da mão (FMM) e de observação do movimento da mão (VMM) em relação ao *power* da condição *baseline* nos pontos C3, Cz e C4. As barras de erro representam o desvio padrão da média. Se o valor do rácio logarítmico for negativo indica supressão; se for igual a zero não há supressão; e se for superior a zero há um aumento relativo do *power* da frequências mu. A significância estatística da supressão está indicada pelos asteriscos ¹p<0,06, * p<0,05, ** p<0,01 e *** p<0,005.

De um modo global observaram-se diferenças significativas ao nível da supressão dos ritmos mu entre as várias condições experimentais em C3 (F(1,29)

= 10,285; $p < 0,001$), Cz ($F(1,29) = 11,568$; $p < 0,001$) e C4 ($F(1,29) = 11,625$; $p < 0,001$). Estas variações muito significativas não variaram em funções do grupo estudado (grupo de controlo e grupo SD) nas condições C3 ($F(1,29) = 0,119$; $p = 0,733$), Cz ($F(1,29) = 0,225$; $p = 0,639$) e C4 ($F(1,29) = 0,237$; $p = 0,630$). Os pressupostos desta ANOVA de medições repetidas mista foram confirmados com o teste M de Box para a homogeneidade da matriz de covariâncias ($p > 0,05$), não tendo sido rejeitada a H_0 da homogeneidade das covariâncias. O pressuposto da esfericidade foi confirmada com o teste de *Mauchly* para as condições C3 e Cz ($p > 0,05$). Não se tendo confirmado o pressuposto de esfericidade para C4 ($p < 0,05$), recorreu-se à estatística F com os graus de liberdade corrigidos baseada no cálculo de Greenhouse-Geisser.

Adicionalmente, e para melhor se perceber os aspectos particulares destes resultados globais, recorreu-se a *two-tailed t-tests* para comparar os logaritmos dos valores de supressão em cada condição com o valor zero correspondente à inexistência de variações do *power* dos ritmos mu.

No grupo de SD não há diferenças significativas entre o valor logarítmico zero e o valor de supressão dos ritmos mu na condição PM nas diferentes localizações (C3 $t = -1,326$, $p = 0,214$; Cz $t = -0,399$, $p = 0,698$; C4 $t = -0,022$, $p = 0,986$). Na condição FMM a supressão encontrada apresenta significância estatística nas localizações C3 e C4 (C3 $t = -2,547$, $p > 0,029$; C4 $t = -3,049$, $p = 0,012$). Na condição FMM na localização Cz verificou-se um nível de supressão no limiar da significância estatística (Cz $t = -2,203$, $p = 0,052$). Na condição VMM observaram-se diferenças significativas de supressão dos ritmos mu nas diferentes localizações (C3 $t = -3,307$, $p = 0,008$; Cz $t = -2,817$, $p = 0,018$; C4 $t = -5,541$, $p = 0,000$) (ver gráfico 1).

No grupo controlo não há diferenças significativas entre o valor zero e o valor de supressão na condição PM nas diferentes localizações (C3 $t = 0,332$, $p = 0,744$; Cz $t = 0,598$, $p = 0,557$; C4 $t = 0,718$, $p = 0,481$). Para a condição FMM os valores foram significativos (C3 $t = -3,914$, $p = 0,001$; Cz $t = -3,554$, $p = 0,002$; C4 $t = -4,053$, $p = 0,001$). Por fim, na condição VMM também se verificaram

diferenças significativas (C3 $t = -3,555$, $p = 0,002$; Cz $t = -2,198$, $p = 0,041$; C4 $t = -3,197$, $p = 0,005$) (ver gráfico 2).

De seguida recorreu-se aos *t-tests* para amostras independentes para confirmar a existência de alguma diferença significativa no nível de supressão do ritmo de frequências mu entre o grupo de pessoas com SD e o grupo de controlo em cada condição experimental. Na localização do escalpe C3 não se verificaram quaisquer diferenças significativas entre os grupos de estudo em relação às condições usadas na investigação (tabela 1).

		C3			
		M	DP	t	p
LogRatC3PM	SD	-0,0465	0,11625	-1,220	0,232
	Controlo	0,0092	0,12448		
LogRatC3FMM	SD	-0,1519	0,19782	-0,084	0,934
	Controlo	-0,1463	0,16717		
LogRatC3VMM	SD	-0,0966	0,9688	0,353	0,727
	Controlo	-0,1137	0,14301		

Tabela 1 – Médias, Desvios padrão e Supressão dos ritmos de frequência mu (8-13 Hz) na localização C3. Comparação entre o grupo SD e o grupo de Controlo nas condições PM, FMM e VMM. LogRatC3PM: Racio logarítmico entre o *power* da condição PM e PE; LogRatC3FMM: Racio logarítmico entre o *power* da condição experimental FMM e PE; LogRatC3VMM: Racio logarítmico entre o *Power* da condição experimental VMM e PE.

No que diz respeito ao eléctrodo Cz, mais uma vez não se observaram diferenças significativas na supressão dos ritmos de frequência mu entre os grupos de SD e de Controlo em relação às condições usadas na investigação (tabela 2).

		Cz			
		M	DP	t	p
LogRatCzPM	SD	-0,0146	0,12162	-0,659	0,515
	Controlo	0,0196	0,14652		
LogRatCzFMM	SD	-0,1289	0,19403	-0,362	0,720
	Controlo	-0,1074	0,13515		
LogRatCzVMM	SD	-0,0828	0,09745	-0,173	0,864
	Controlo	-0,0740	0,15058		

Tabela 2 - Médias, Desvios padrão e Supressão dos ritmos de frequência mu (8-13 Hz) na localização Cz. Comparação entre o grupo SD e o grupo de Controlo nas condições PM, FMM e VMM. LogRatCzPM: Racio logarítmico entre o *power* da condição PM e PE; LogRatCzFMM: Racio logarítmico entre o *power* da condição experimental FMM e PE; LogRatCzVMM: Racio logarítmico entre o *power* da condição experimental VMM e PE.

Também na localização do escalpe C4 não se constataram diferenças significativas na supressão dos ritmos mu entre os grupos de SD e de Controlo em relação às diferentes condições experimentais (tabela 3).

		C4			
		M	DP	t	p
LogRatC4PM	SD	-0,0010	0,14881	-0,496	0,623
	Controlo	0,0396	0,24645		
LogRatC4FMM	SD	-0,1574	0,17126	-0,382	0,705
	Controlo	-0,1349	0,14886		
LogRatC4VMM	SD	-0,1205	0,07214	-0,180	0,828
	Controlo	-0,1115	0,15600		

Tabela 3 - Médias, Desvios padrão e Supressão dos ritmos de frequência mu (8-13 Hz) na localização C4. Comparação entre o grupo SD e o grupo de Controlo nas condições PM, FMM e VMM. LogRatC4PM: Racio logarítmico entre o *power* da condição PM e PE; LogRatC4FMM: Racio logarítmico entre o *power* da condição experimental FMM e PE; LogRatC4VMM: Racio logarítmico entre o *power* da condição experimental VMM e PE.

Utilizaram-se também *t-tests* para amostras emparelhadas para verificar a existência de diferenças significativas entre o nível de supressão dos ritmos mu nas condições experimentais VMM e FMM nos diferentes eléctrodos. Quando

comparamos as condições de realização do movimento da mão (FMM) com a observação do movimento da mão (VMM) no grupo de controlo (tabela 4), verifica-se que não há diferenças significativas nas diferentes localizações do escalpe (C3 $t = -1,042$, $p > 0,310$; Cz $t = -1,486$, $p > 0,154$; C4 $t = -0,888$, $p > 0,386$).

Grupo de Controlo				
	M	DP	t	P
LogRatC3FMM	-0,1463	0,16717	-1,042	0,310
LogRatC3VMM	-0,1137	0,14301		
LogRatCzFMM	-0,1074	0,13515	-1,486	0,154
LogRatCzVMM	-0,0740	0,15058		
LogRatC4FMM	-0,1349	0,14886	-0,888	0,386
LogRatC4VMM	-0,1115	0,15600		

Tabela 4 - Supressão mu no grupo de controlo. Comparação entre as condições de auto-movimento (FMM) e da observação do movimento da mão (VMM). LogRatC3FMM: Racio logarítmico entre o power da condição FMM e PE na localização C3; LogRatC3VMM: Racio logarítmico entre o power da condição experimental VMM e PE na localização C3; o procedimento igual nas restantes localizações: Cz e C4.

No grupo SD (tabela 5), quando se compararam as mesmas condições (FMM e VMM) também não se verificaram diferenças significativas na supressão dos ritmos de frequência mu nos três eléctrodos (C3 $t = -1,025$, $p > 0,329$; Cz $t = -0,783$, $p > 0,451$; C4 $t = -0,704$, $p > 0,497$).

Grupo de SD				
	M	DP	t	p
LogRatC3FMM	-0,1519	0,19782	-1,025	0,329
LogRatC3VMM	-0,0966	0,09688		
LogRatCzFMM	-0,1289	0,19403	-0,783	0,451
LogRatCzVMM	-0,0828	0,09745		
LogRatC4FMM	-0,1574	0,17126	-0,704	0,497
LogRatC4VMM	-0,1205	0,07214		

Tabela 5 - Supressão mu no grupo de SD. Comparação entre as condições de auto-movimento (FMM) e da observação do movimento da mão (VMM). LogRatC3FMM: Racio logarítmico entre o power da condição FMM e PE na localização C3; LogRatC3VMM: Racio logarítmico entre o power da condição experimental VMM e PE na localização C3; o procedimento igual nas restantes localizações: Cz e C4.

Por fim, recorreu-se ao valor de r de *Pearson* para analisar a presença de correlações entre a supressão dos ritmos de frequência μ e a idade. Verificou-se que não se encontraram correlações significativas entre estas variáveis. No caso das correlações negativas, estas variaram entre $r = -0,003$ ($p = 0,968$) para a correlação entre a idade e o rácio logarítmica da condição FMM em C4 e $r = -0,126$ ($p = 0,501$) para a correlação entre a idade e o rácio logarítmico para a condição PM em Cz. No caso das correlações positivas, estas variaram entre $r = 0,064$ ($p = 0,733$) para a correlação entre a idade e o rácio logarítmico da condição VMM em Cz e $r = 0,125$ ($p = 0,504$) para a correlação a idade e o rácio logarítmico de VMM em C3.

3. *Discussão dos resultados*

A capacidade de compreender as acções do outro e de as imitar é uma componente central da cognição social humana. A componente perceptivo-motora intrínseca a este processo tem recebido muita atenção desde a descoberta dos NE em macacos. Pensa-se que este SNE seja o responsável pela compreensão da acção e da imitação dos outros (Rizzolatti, et al., 1996).

O objectivo principal deste estudo consistiu em analisar o que ocorre na SD no que diz respeito aos fenómenos neuronais de espelhamento das acções dos outros, recorrendo ao indicador de supressão dos ritmos de frequência 8-13Hz por influência do disparo do SNE. A relevância deste estudo é reforçado pelo facto de se saber que os NE são especializados não só na percepção e compreensão das acções motoras (Rizzolatti, et al., 2001), mas também têm um papel importante na imitação (Ramachandran & Oberman, 2006; Rizzolatti, et al., 2001), na Teoria da mente (Gallese & Goldman, 1998), na linguagem (Rizzolatti & Arbib, 1998) e na empatia (Ramachandran, 2000).

De forma global, observou-se nos grupos SD e de controlo a existência de supressão significativa dos ritmos de frequência μ (8-13Hz) não apenas na execução de movimento, como na observação de um movimento.

Suplementarmente, não verificamos diferenças significativas entre as condições FMM e VMM no grupo de pessoas com SD (assim como no grupo de pessoas do grupo de controlo). Estes dados oferecem indícios de que o SNE das pessoas com SD se pode encontrar preservado, ao contrário do que acontece no autismo (Oberman, et al., 2005). Noutras palavras, estes resultados sugerem uma relativa preservação dos mecanismos básicos de cognição social no SD, o que vai de encontro aos estudos que apresentam resultados satisfatórios nas capacidades de imitação nesta população (Elliott, et al., 1990; Zoia, Pelamatti, & Rumiati, 2004). De facto, os indivíduos com SD têm sido conhecidos por serem fortes na imitação de gestos (Elliott, et al., 1990). Na verdade, a sua capacidade de imitar a acção pode ser supostamente melhor que a de sujeitos saudáveis sem SD, com idades mentais iguais (Zoia, et al., 2004).

Num estudo recente realizado por Bunn, Roy e Elliott (2007), procurou-se analisar o desempenho de indivíduos com SD em subtestes de uma bateria de apraxia, onde era exigido a imitação de gestos conhecidos e desconhecidos. Os subtestes incluíram gestos transitivos, i.e., gestos que se apoiam em objectos (e.g., beber por um copo, fumar um cigarro) e gestos intransitivos, cuja realização não pressupõem o uso de objectos (e.g., dizer adeus, deitar a língua de fora). Os autores observaram que os participantes com SD obtiveram igual desempenho aos participantes do grupo controlo em todos os subtestes que envolviam a imitação de gestos.

Relativamente à questão da actividade do SNE no SD, no estudo de Virji-Babul e colaboradores (2008) apresentou-se uma descoberta surpreendente em relação à supressão dos ritmos mu, tendo sido observado que durante a condição de observação de uma acção havia um nível de supressão relativamente baixo no grupo SD comparativamente com o grupo de controlo. Este facto não tinha sido até então relatado em indivíduos com SD.

Curiosamente a falta de supressão dos ritmos mu já tinha sido observado em indivíduos com autismo (Bernier, Dawson, Webb, & Murias, 2007; Oberman, et al., 2005). No entanto, a distinção fundamental do comportamento entre o SD e o autismo é a imitação, que no caso do autismo esta gravemente afectado e que

no SD se apresenta como um ponto forte e característico (Elliott, Gray, & Weeks, 1991; Elliott, et al., 1990). Estes dados levam-nos a questionar os resultados preliminares apresentados por Virji-Babul e colaboradores (2008), apesar de ser clara a ausência de diferenças entre os sujeitos com SD e os sujeitos do grupo de controlo no nível de supressão dos ritmos mu no hemisfério direito durante a observação da acção. Este dado não enfatizado nos resultados apresentados por estes autores encontra semelhanças aos resultados obtidos na nossa investigação.

Neste estudo observa-se também uma ligeira menor supressão dos ritmos mu do lado esquerdo (C3) na condição de observação do movimento. Existem estudos que referem uma diferenciação do hemisfério esquerdo para a regulação da eficácia do movimento. Por outro lado, há evidência de o hemisfério direito ter um papel mais específico relacionado com aspectos do controlo do movimento. Pensa-se que o hemisfério esquerdo está especializado na dinâmica e trajectória que o braço executa, enquanto o hemisfério direito está especializado no controlo do posicionamento final (e.g., quando pousamos algo) (Haaland, Prestopnik, Knight, & Lee, 2004; Sainburg, 2002).

No que concerne à idade e à sua relação com a supressão dos ritmos mu, não foi encontrada qualquer correlação significativa entre as variáveis. Tal facto leva-nos a sugerir que a idade não parece influenciar directamente a supressão dos ritmos mu, pelo menos em pessoas com idade superior a 18 anos de idade. Estes resultados são semelhantes aos apresentados por Oberman e colaboradores (2005).

Este estudo apresenta algumas limitações, sendo o principal o número reduzido de participantes. Consideramos que no futuro se deverá aumentar o tamanho amostral para ultrapassar esta limitação. Por outro lado, pelo facto de se saber a relação entre a actividade do SNE e a cognição social, seria interessante analisar a variação da supressão dos ritmos mu em relação a actividades que envolvam um número variável de elementos sociais. Por fim, no que diz respeito às diferenças de género em relação ao nível de supressão dos ritmos mu na observação das acções dos outros existe alguma evidência empírica que as

mulheres apresentam uma maior supressão dos ritmos de frequência 8-13Hz quando observam as acções dos outros comparativamente aos homens.

Esta diferença na supressão dos ritmos μ nos seres humanos durante a observação de acções pode ser vista como um indicador de uma “empatia fisiológica” (Cheng, et al., 2008; Cheng, Tzeng, Decety, Imadaf, & Hsihe, 2006). Obviamente que esta característica deverá ser tendencialmente atribuída às pessoas mais empáticas em geral do que em função de uma especificação unicamente dependente do género. Contudo, devemos ter em consideração que classicamente as pessoas do género feminino são tidas como sendo mais empáticas do que as do género masculino (Hoffman, 1977).

Em todo o caso, não foi possível controlar esta variável no estudo que realizamos. De facto, o nosso objectivo passava por verificar se a supressão dos ritmos μ das pessoas com SD divergia da supressão de pessoas sem SD, tendo sido constatada a ausência de diferenças. Neste sentido não consideramos que tenha havido qualquer interferência resultante das diferenças de género. Não deixamos contudo de considerar interessante a perspectiva de estudar diferenças de género ao nível da supressão dos ritmos μ nos indivíduos com SD.

CONCLUSÃO

A produção de conhecimento científico deve ser alvo de preocupação e de rigor, tendo em consideração que a observação não é totalmente neutra em relação à teoria (Kuhn, 1994). De facto, temos consciência que aquilo que um cientista considera como factos depende do paradigma teórico vigente ou que este aceita; a própria percepção pode ser condicionada pelas suas convicções. Desde modo, alguns dos conhecimentos que hoje consideramos factos, poderão não o ser amanhã.

Tendo consciência das contingências do processo de investigação científica, assumimos neste trabalho um paradigma centrado na utilização de condições experimentais para estabelecimento de relações de causalidade; neste caso em particular para a elaboração de pressupostos sobre os processos de cognição social e no SD. Em todo o caso, a nossa postura perante esta investigação teve um cunho construtivista, uma vez que no decorrer dos trabalhos procurámos integrar diferentes perspectivas.

Várias linhas de evidência focam o SNE como parte integrante de vários processos como a imitação, a linguagem, a teoria da mente e a empatia e, por sua vez, a supressão dos ritmos mu como factor observável de activação deste sistema.

Com os resultados observados neste estudo, obtivemos alguma evidência que as pessoas com SD não parecem apresentar disfunções ao nível do seu SNE, conforme se confirma pela inexistência de diminuições na supressão dos ritmos mu na observação das acções dos outros. Naturalmente que estes dados carecem de confirmação posterior, mas a serem confirmados poderão ajudar no estabelecimento de *guidelines* mais precisas acerca da forma de intervir e de compreender as pessoas com SD. Logo à partida, a mobilização do SNE (que se manifestou relativamente preservado) para potenciar a aprendizagem funcional dos indivíduos com SD deverá ser incrementada. Esta mobilização do SNE deverá ser feita em dois vectores: o recurso à imitação como um veículo facilitador de aprendizagem nas mais diversas áreas e a aquisição de

competências por via da observação de modelos. Estas práticas já há muito estabelecidas no treino de pessoas com SD deverão ser ainda mais privilegiadas e estruturadas nos programas de aquisição de competências, como um novo paradigma do processo de (re)habilitação.

Temos também a consciência que os resultados encontrados apenas explicarão parte do fenómeno, não sendo mais do que um contributo para a compreensão do fenómeno de cognição social no SD, que por sua vez não surge de forma isolada, mas que se constrói ao longo do tempo com o próprio desenvolvimento motor, perceptivo, linguístico e cognitivo (Butman & Allegri, 2001).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbeduto, L., Murphy, M., Cawthon, S., Richmond, E., Weissman, M., Karadottir, S., et al. (2003). Receptive language skills of adolescents and young adults with Down or Fragile X Syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, 106(3), 149-160.
- Adolphs, R. (1999). Social cognition and the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 469-479.
- Altschuler, E., Vankov, A., Wang, V., Ramachandran, V., & Pineda, J. (1997). *Person see, person do: Human cortical electrophysiological correlates of monkey see monkey do cells*. Paper presented at the 27th Annual Meeting of the Society for Neuroscience.
- Aman, M., & Singh, N. (1994). *Aberrant Behaviour Checklist - ABC, Supplementary Manual*. East Aurora, NY: Slosson Educational Publications.
- Aman, M., Singh, N., Stewart, A., & Field, C. (1985). The aberrant behaviour checklist: a behaviour rating scale for the assessment of treatment effects. *American Journal of Mental Deficiency*, 89(5), 485-491.
- Antonarakis, E., Lyle, R., Chrast, R., & Scott, S. (2001). Differential gene expression studies to explore the molecular pathophysiology of down Syndrome. *Brain Research Reviews*, 36, 265-274.
- Astington, J. W. (2000). Language and metalanguage in children's understanding of mind. In J. W. Astington (Ed.), *Minds in the making: Essays in honor of David R. Olson* (pp. 267-284). Oxford: UK: Blackwell.
- Augoustinos, M., Walker, I., & Domaghue, N. (2006). *Social Cognition: an integrated introduction* (2 ed.). California: Sage Publications.
- Babiloni, C., Babiloni, F., Carducci, F., Cincotti, F., Coccozza, G., Del Percio, C., et al. (2002). Human cortical EEG rhythms during the observation of simple aimless movements: a highresolution EEG study. *NeuroImage*, 17, 559-572.

- Baron-Cohen, S. (1989). The autistic child's theory of mind: a case of specific developmental delay. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 30, 285-298.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frit, U. (1985). Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition*, 21, 37-46.
- Baron-Cohen, S., Ring, H., Moriarty, J., Schmitz, B., Costa, D., & Ell, P. (1994). Recognition of mental state terms. Clinical findings in children with autism and a functional neuroimaging study of normal adults. *The British Journal of Psychiatry*, 165, 640-649.
- Beeghly, M., & Cicchetti, D. (1987). An organizational approach to symbolic development in children with Down syndrome. *New Directions for Child Development*, 6, 5-29.
- Bernier, R., Dawson, G., Webb, S., & Murias, M. (2007). EEG mu rhythm and imitation impairments in individuals with autism spectrum disorder. *Brain Cognition*, 64(3), 228-237.
- Brewer, M. B., & Hewstone, M. (2004). *Social Cognition*: Blackwell.
- Buccino, G., Binkofski, F., Fink, G. R., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., et al. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: a fMRI study. *European Journal of Neuroscience*, 13, 400-404.
- Bunn, L., Roy, E. A., & Elliott, D. (2007). Speech Perception and Motor Control in Children with Down Syndrome. *Child Neuropsychology*, 13(3), 262 - 275.
- Butman, J., & Allegri, R. F. (2001). A Cognição Social e o Córtex Cerebral. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 14(2), 275-279.
- Caixeta, L., & Nitrini, R. (2002). Teoria da Mente: uma revisão com enfoque na sua incorporação pela Psicologia Médica. *Psicologia: reflexão e crítica*, 105-112.
- Chapman, R. (1995). Language development in children and adolescents with Down syndrome. In P. Fletcher & B. MacWhinney (Eds.), *Handbook of Child Language* (pp. 651-663). Oxford: Blackwell.

- Charman, T., Campbell, A., & Edwards, L. S. (1998). Theory of mind performance in children, adolescents, and adults with a mental handicap. *Cognitive Development, 13*(3), 307-322.
- Cheng, Y.-w., Lee, P.-L., Yang, C.-Y., Lin, C.-P., Hung, D., & Decety, J. (2008). Gender Differences in the Mu Rhythm of the Human Mirror-Neuron System. *PLoS ONE, 3*(5).
- Cheng, Y.-W., Tzeng, O., Decety, J., Imadaf, T., & Hsihe, J.-C. (2006). Gender differences in the human mirror system: a magnetoencephalography study. *Cognitive Neuroscience and Neuropsychology, 17*, 1115-1119.
- Chung, M. C., & Corbett, J. (1998). The burnout of nursing staff working with challenging behaviour clients in hospital-based bungalows and a community unit. *International Journal of Nursing Studies, 35*(1-2), 56-64.
- Dapretto, M., Davies, M., J, P., Scott, A., Sigman, M., Bookheimer, S., et al. (2006). Understanding emotions in others: mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders., *9*(1), 28-30.
- Elliott, D., Gray, S., & Weeks, J. (1991). Verbal cuing and motor skill acquisition for adults with Down syndrome. *ADAPTED PHYSICAL ACTIVITY QUARTERLY, 8*(3), 210-220.
- Elliott, D., Weeks, D., & Gray, S. (1990). Manual and oral praxis in adults with Down's syndrome. *Neuropsychologia, 28*(12), 1307-1315.
- Escribá, A. (2002). *Síndrome de Down: Propuestas de Intervención*. Madrid: Editorial Gymnos.
- Fadiga, L., Fogassi, L., Pavesi, G., & Rizzolatti, G. (1995). Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study. *Journal of Neurophysiology, 73*(26), 8-11.
- Faustino, J. S. F. (2006). *Faces: Expressão de emoções em humanos virtuais*. Faculdade de Ciências da universidade de Lisboa, Lisboa.
- Flórez, J. (1997). *Algunas diferencias na estrutura cerebral de portadores de Síndrome de Down*. Paper presented at the Conferência Médica Internacional sobre Síndrome de Down.
- Flórez, J. (1999). Patología Cerebral e sus repercusiones cognitivas en el síndrome de Down. *Siglo Cero, 30*(3), 29-45.

- Fowler, A. (1990). Language abilities in children with Down syndrome: evidence for a specific delay. In D. M. B. Cicchetti (Ed.), *Children with Down Syndrome: A Developmental Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Frith, & Frith, C. (2003). Development and neurophysiology of mentalizing. *Philosophical Transactions of the Royal Society London – Series B: Biological Sciences*, 358, 459-473.
- Frith, Happé, F., & Siddons, F. (1994). Autism and Theory of Mind. *Social Development*, 108-124.
- Gallese, V., & Goldman, A. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 493-501.
- Gallese, V., Keysers, C., & Rizzolatti, G. (2004). A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 396-403.
- Giaouri, S., Alevriadou, A., & Tsakiridou, E. (2010). Theory of mind abilities in children with Down syndrome and non-specific intellectual disabilities: An empirical study with some educational implications. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3883-3887.
- Green, M., Nuechterlein, K., & Gold, J. (2004). Approaching a Consensus Cognitive Battery for Clinical Trials in Schizophrenia: The NIMH-MATRICES Conference to Select Cognitive Domains and Test Criteria. *Biological Psychiatry*, 56, 301-307.
- Haaland, K., Prestopnik, J., Knight, R., & Lee, R. (2004). Hemispheric asymmetries for kinematic and positional aspects of reaching. *Brain*, 127, 1145-1158.
- Harvey, P., & Keefe, R. (2001). Studies of Cognitive Change in Patients With Schizophrenia Following Novel Antipsychotic Treatment. *American Journal of Psychiatry*, 158(2), 176-184.
- Heimann, M., Ullstadius, E., & Swerlander, A. (1998). Imitation in eight young infants with Down's Syndrome. *Pediatric Research*, 44(5), 780-784.
- Hippolyte, L., Barisnikov, K., & Van der Linden, M. (2008). Face Processing and Facial Emotion Recognition in Adults With Down Syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, 113(4), 292 - 306.

- Hippolyte, L., Barisnikov, K., Van der Linden, M., & Detraux, J.-J. (2009). From facial emotional recognition abilities to emotional attribution: A study in Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities, 30*(5), 1007-1022.
- Hoffman, M. (1977). Sex differences in empathy and related behaviors. *Psychological Bulletin, 54*, 712-722.
- IBM. (2008). Statistical Package for Social Sciences - SPSS (Version 17.0). NY.
- Jenkins, A. C., Macrae, C. N., & Mitchell, J. P. (2008). Repetition suppression of ventromedial prefrontal activity during judgments of self and others. In E. E. Smith (Ed.), *Proceedings of the National Academy of Science*. New York: Columbia University.
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond Modularity: A Developmental Perspective on Cognitive Science*. Cambridge: MA/London: MIT Press.
- Kasari, C., Freeman, S., & Hughes, M. (2001). Emotion recognition by children with Down syndrome. *American Journal on Mental Retardation, 106*(1), 59-72.
- Keysers, C., & Gazzola, V. (2009). Unifying Social Cognition. In J. A. Pineda (Ed.), *Mirror Neuron Systems - the role of mirroring processes in social cognition*: Human Press.
- Keysers, C., & Perrett, D. (2004). Demystifying social cognition: a Hebbian perspective. *Trends in Cognitive Sciences, 8*(11).
- Klein, S., & Kihstrom, J. (2002). On Briding the Gap between Social - Personality Psychology and Neuropsychology. In J. T. Cacioppo, G. G. Berntson, R. Adolphs, C. S. Carter, R. J. Davidson, M. K. McClintock, B. S. McEwen, M. J. Schacter, E. M. Sternberg, S. S. Suomi & S. E. Taylor (Eds.), *Foundation in Social Neuroscience*: Massachusetts Institute of technology.
- Klimesch, W., Doppelmayr, M., Russegger, H., Pachinger, T., & Schwaiger, J. (1998). Induced alpha band power changes in the human EEG and attention. *neuroscience, 244*, 73-76.
- Kringelback, M. L. (2005). The human OrbitoFrontal Cortex: Linking Reward to hedonic experience. *Nature Reviews - Neuroscience, 6*, 691-702.

- Kuhn, T. (1994). *A estrutura da revoluções científicas* (3ª ed.). São Paulo: Editora Perspectivas.
- Leslie, A. M. (1994). ToMM, ToBY, and Agency: Core architecture and domain specificity. In L. A. Hirschfeld & S. A. Gelman (Eds.), *Mapping the Mind: Domain specificity in cognition and culture* (pp. 119–148.): Cambridge University Press.
- Lohmann, H., Tomasello, M., & Meyer, S. (2005). Linguistic Communication and Social Understanding *Why language matters for Theory of Mind*: Oxford University Press, Inc.
- Loveland, K., & Tunali, B. (1991). Social scripts for conversational interactions in autism and Down syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 21(2), 177-186.
- Macrae, N., Heatherton, F., & Kelley, M. (2004). A self less ordinary: Medial prefrontal cortex and you. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences III* (pp. 1067–1075). Cambridge: MA: MIT Press.
- Maeda, F., Kleiner-Fisman, G., & Pascual-Leone, A. (2002). Motor facilitation while observing hand actions: specificity of the effect and role of observer's orientation. *Journal of Neurophysiology*, 87, 1329-1335.
- Malmivuo, J., & Plonsey, R. (1995). *Bioelectromagnetism - Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields*. New York: Oxford University Press.
- Marshburn, E., & Aman, M. (1992). Factor Validity and Norms for the Aberrant Behavior Checklist in a Community Sample of Children with Mental Retardation. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 22(3).
- Mcalpine, C., Singh, N. N., Kendall, K. A., & Ellis, C. R. (1992). Recognition of Facial Expressions of Emotion by Persons with Mental Retardation - A Matched Comparison Study *Behavior Modification*, 16, 543-558.
- Meltzoff, A. (2002). Imitation as a mechanism of social cognition: Origins of empathy, theory of mind, and the representation of action. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of childhood cognitive development* (pp. 6-25). Oxford: Blackwell Publishers.

- Meltzoff, A., & Gopnik, A. (1993). The role of imitation in understanding persons and developing theories of mind. In S. Baron-Cohen & H. Tager-Flusberg (Eds.), *Understanding other minds: Perspectives from autism*. Oxford: Oxford University Press.
- Miller, J. (1988). The developmental asynchrony of language development in children with Down syndrome. In L. Nadel (Ed.), *The Psychobiology of Down Syndrome*. Cambridge: MA: MIT Press.
- Miller, J. (1992). Development of speech and language in children with Down syndrome. In I. Lott & E. Coy (Eds.), *Down Syndrome: Advances in Medical Care* (pp. 39-50). New York: Wiley Liss.
- Moa, R., Zielke, L., Zielke, R., & Pevsner, J. (2003). Global up-regulation of chromosome 21 gene expression in the developing Down Syndrome brain. *Genomics*, 81, 457-467.
- Moreira, L., El-Hanib, C., & Gusmão, F. (2000). A síndrome de Down e sua patogênese: considerações sobre o determinismo genético. *Revista Brasileira Psiquiatria*.
- Morsella, E., Bargh, J., & Gollwitzer, P. (2008). *Oxford Handbook of Human Action*: OUP USA.
- Nelson, K. (1996). *Language in cognitive development: Emergence of the mediated mind*. New York: Cambridge University Press.
- Niedermeyer, E., & Silva, F. (1990). *Electroencephalography: Basic Principles, clinical Applications, and Related Fields* (4 ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Oberman, L., Hubbard, E., McCleery, J., Altschuler, E., Ramachandran, V., & Pineda, J. (2005). EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Cognitive Brain Research*, 24, 190-198.
- Oberman, L., Pineda, J., & Ramachandran, V. (2007). The human mirror neuron system: A link between action observation and social skills. *Oxford University Press*, 2, 62-66.
- Oberman, L., Ramachandran, V., & Pineda, J. (2008). Modulation of mu suppression in children with autism spectrum disorders in response to

- familiar or unfamiliar stimuli: The mirror neuron hypothesis. *Neuropsychologia*, 46(5), 1558-1565.
- Penn, D., Sanna, L., & Roberts, D. (2008). Social Cognition in Schizophrenia: An Overview. *Schizophrenia Bulletin*, 34(3), 408-411.
- Pennington, D. (2000). *Social Cognition*. London: Routledge Modular Psychology.
- Pfurtscheller, G., Neuper, C., Andrew, C., & Edlinger, G. (1997). Foot and hand area mu rhythms. *International Journal of Psychophysiology*, 26, 121-135.
- Picton, T. W. (1988). *Handbook of electroencephalography and clinical neurophysiology: human event-related potentials* (Vol. 3). Amsterdam: Elsevier.
- Pineda, J. (2005). The functional significance of mu rhythms: Translating "seeing" and "hearing" into "doing. *Brain Research Reviews*, 50, 57-68.
- Pineda, J., Allison, B., & Vankov, A. (2000). The effects of self-movement, observation, and imagination on mu rhythms and readiness potentials: toward a brain-computer interface. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 8, 219-222.
- Pineda, J., & Hecht, E. (2008). Mirroring and mu rhythm involvement in social cognition: Are there dissociable subcomponents of theory of mind? *Biological Psychology*.
- Pineda, J., & Oberman, L. (2006). What goads cigarette smokers to smoke? Neural adaptation and the mirror neuron system. *Brain Research* 1121, 128-135.
- Pinter, J., Eliez, S., Schmitt, J., Capone, G., & Reiss, A. (2001). Neuroanatomy of Down's Syndrome: A high-resolution MRI study. *American Journal of Psychiatry*, 158, 1659-1665.
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978a). Chimpanzee problem-solving: a test for comprehension. *Science*, 202 (4367), 532-535.
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978b). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1(4), 515-526.
- Ramachandran, V. S. (2000). Mirror neurons and imitation learning as the driving force behind "the great leap forward" in human evolution. *Edge* 69.

- Ramachandran, V. S., & Oberman, L. M. (2006). Espelhos Quebrados - Uma Teoria Sobre o Autismo. *Revista Scientific American Brasil* 55.
- Raymaekers, R., Wiersema, J. R., & Roeyers, H. (2009). EEG study the mirror neuron system in children with high functioning autism. *Brain Research*, 1304, 113-121.
- Rizzolatti, G., & Arbib, M. (1998). Language within our grasp. *Trends Neuroscience*, 21(5), 188-194.
- Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 169-192.
- Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2005). Mirror neuron: a neurological approach to empathy. In J.-P. Changeux, A. R. Damasio, W. Singer & Y. Christen (Eds.), *Neurobiology of Human Values* (pp. 107-123): Springer Berlin Heidelberg.
- Rizzolatti, G., & Fadiga, L. (1998). Grasping objects and grasping action meanings: the dual role of monkey rostroventral premotor cortex (area F5). In G. R. Bock & J. A. Goode (Eds.), *Sensory Guidance of Movement* (pp. 81-103). London, UK: John Wiley & Sons.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3, 131–141.
- Rizzolatti, G., Fogassi, L., & Gallese, V. (2001). Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 661-670.
- Rizzolatti, G., Scandolara, C., Gentilucci, M., & Camarda, R. (1981). Response properties and behavioral modulation of 'moutn' neurons of the postarcuate cortex (area 6) in macaque monkeys. [doi: DOI: 10.1016/0006-8993(81)90847-7]. *Brain Research*, 225(2), 421-424.
- Rocha, N. (2007). *Funcionamento Psicossocial e Qualidade de Vida de Pessoas com Esquizofrenia: Estudo de Preditores Neurocognitivos*. Tese de Mestrado em Psicologia. Porto: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto.

- Rocha, N., Queirós, C., Aguiar, S., Marques, A., & Horta, M. P. (2009). Relação entre a neurocognição e qualidade de vida em pessoas com esquizofrenia. *Acta Medica Portuguesa*, 22(1), 71-82.
- Rogers, S., & Pennington, B. (1991). A theoretical approach to the deficits in infantile autism. *Development and Psychopathology*, 3, 137-162.
- Rondal, J. (1995). *Exceptional Language Development in Down Syndrome*. Cambridge.
- Rondal, J., & Comblain, A. (1996). Language in adults with Down syndrome. *Down Syndrome Research and Practice*, 4.
- Rossi, S., Tecchio, F., Pasqualetti, P., Ulivelli, M., Pizzella, V., Romani, G., et al. (2002). Somatosensory processing during movement observation in humans. *Clinic Neurophysiology*, 113, 16-24.
- Sainburg, R. (2002). Evidence for a dynamic-dominance hypothesis of handedness. *Experimental Brain Research*, 142(2), 241-258.
- Sampedro, M. F., Blasco, G. M., & Hernández, A. M. (1997). A criança com Síndrome de Down *Necessidades Educativas Especiais*: Ediciones Aljibe, S. L.
- Selikowitz, M. (1997). *Down Syndrome - The Facts*: Oxford University Press.
- Silva, M. d. F., & Kleinhans, A. C. (2006). Processos Cognitivos e Plasticidade Cerebral na Síndrome de Down. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 12, 123-138.
- Singer, H., Bellugi, U., Bates, E., Jones, W., & Rossen, M. (1997). Contrasting profiles of language development in children with Williams and Down syndromes. *Developmental Neuropsychology*, 13, 345-370.
- Slugoski, B. R. (1998). *Psychology - Social Cognition*: The British Psychological Society.
- Smith, E., & Semin, G. (2004). Situated social cognition: cognition in its social context. *Advances in Experimental Social Psychology*, 36, 53-117.
- Sperry, R. W. (1993). The impact and promise of the cognitive revolution. *American Psychologist* 48, 878-885.
- Switzky, H. N., & Greenspan, S. (2005). *What is Mental Retardation? Ideas for an evolving disability in the 21st century*.

- Teixeira, J. M. (2006). Teoria da mente - uma controvérsia. *Saúde mental*, VIII(3), 7-10.
- Teixeira, J. M. (2007). Neurocognição, cognição social e funcionamento social na esquizofrenia. *Saúde Mental*, IX, 7-10.
- Thirion-Marissiaux, A.-F., & Nader-Grosbois, N. (2007). Theory of mind "beliefs", developmental characteristics and social understanding in children and adolescents with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 29(6), 547-566.
- Towle, V. L., Bolanos, J., Suarez, D., Tan, K., Grzeszczuk, R., Levin, D. N., et al. (1993). The spatial location of EEG electrodes: locating the best-fitting sphere relative to cortical anatomy. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 86(1), 1-6.
- Ulloa, E. R., & Pineda, J. A. (2007). Recognition of point-light biological motion: Mu rhythms and mirror neuron activity. *Behavioural Brain Research*, 183, 188-194.
- Umiltà, M. A., Kohler, E., Gallese, V., Fogassi, L., Fadiga, L., Keysers, C., et al. (2001). I Know What You Are Doing: A Neurophysiological Study. *Neuron*, 31, 155-165.
- Villiers, P. (2005). The role of language in Theory of Mind development: Wath deaf children tell us *Why language matters for Theory of Mind*: Oxford university Press.
- Virji-Babul, N., Moiseev, A., Cheung, T., Weeks, D., Cheyne, D., & Ribary, U. (2008). Changes in mu rhythm during action observation and execution in adults with Down syndrome: Implications for action representation. *Neuroscience Letters*, 436(2), 177-180.
- Walz, N. C., & Benson, B. A. (2002). Behavioral Phenotypes in Children With Down Syndrome, Prader-Willi Syndrome, or Angelman Syndrome. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 14, 307-321.
- Welsh, T., Elliott, D., & Simon, D. (2003). Cerebral specialization and verbal-motor integration in adults with and without Down syndrome. [doi: DOI: 10.1016/S0093-934X(02)00511-4]. *Brain and Language*, 84(2), 152-169.

- Williams, J., Whiten, A., Suddendorf, T., & Perrett, D. (2001). Imitation, mirror neurons and autism. *Neuroscience Biobehavioral Reviews*, 25(4), 287-295.
- Wimmer, H., & Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, 13(103-128).
- Woodruff, C., & Maaske, S. (2010). Action execution engages human mirror neuron system more than action observation. *NeuroReport*, 21, 432-435.
- Zoia, S., Pelamatti, G., & Rumiati, R. (2004). Praxic skills in down and mentally retarded adults: Evidence for multiple action routes. *Brain and Cognition*, 54(1), 7-17.