

Jorge Manuel Duarte Paixão

2D:4D E ROTAÇÃO MENTAL

**ESTUDO DE UM BIOMARCADOR PUTATIVO DOS EFEITOS PRÉ-NATAIS DOS ESTEROIDES SEXUAIS
NO DESEMPENHO NUMA PROVA DE ROTAÇÃO MENTAL NUMA POPULAÇÃO ESTUDANTIL**

Tese de Doutoramento em Psicologia, na especialidade de Psicologia Cognitiva, orientada por Professor Doutor Pedro Manuel Malaquias Pires Urbano e apresentada à Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra

Outubro de 2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



FPCEUC FACULDADE DE PSICOLOGIA
E DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Jorge Manuel Duarte Paixão

2D:4D E ROTAÇÃO MENTAL

Estudo de um biomarcador putativo dos efeitos pré-natais dos esteroides sexuais no desempenho numa prova de rotação mental numa população estudantil

Tese de Doutoramento em Psicologia, na especialidade de Psicologia Cognitiva, orientada por Professor Doutor Pedro Manuel Malaquias Pires Urbano e apresentada à Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra

Outubro de 2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Dedicatória

A todos aqueles que no anonimato e com altruísmo fazem da investigação científica uma forma de vida, procurando persistentemente o conhecimento, na tentativa de proporcionar o bem-estar físico, mental e social da humanidade.

Agradecimentos

Ao iniciar uma tese de doutoramento, estamos a iniciar igualmente mais uma etapa da nossa vida, concretizando uma nova etapa na escalada do saber. Aquilo de que talvez não nos apercebemos é que sendo a escalada feita degrau a degrau, durante a subida de cada um deles há partes das nossas vidas que, por ordem de prioridades, vão ficando para trás. Nas constantes privações a que vamos ficando sujeitos, ficam algumas muito importantes, como a dedicação aos amigos e à família e essencialmente a nós próprios. No entanto, todas as privações vão sendo superadas com o privilégio de termos conhecido novos amigos que nos vão ajudando a ultrapassar “os cabos das tormentas”, rumo a novas descobertas que vão alimentando a nossa curiosidade e engrandecendo o nosso saber. A todos esses, aos que nos guiam e ajudam a construir novos caminhos do conhecimento, aos que privamos da nossa companhia, aos que nos acenam e incentivam a continuar o percurso em momentos de desânimo e cansaço, aos que acreditaram que éramos capazes e por quem sinto uma profunda dívida de gratidão, deixo minha nota de agradecimento.

Ao Paulo Caetano pela sua sempre pronta disponibilidade na ajuda a formatar documentos; à Susana Machado pela sua ajuda muito importante, fundamental na tradução de alguns artigos; aos dois medidores, Rui Barroquinho e Paulo Sousa, que prontamente se disponibilizaram para executar uma tarefa exigente em termos de concentração e de ocupação de tempo, privando-se do conforto familiar; à Professora Teresa Frazão, pela sua disponibilidade e apoio na correção ortográfica e pelo seu permanente incentivo de coragem e força para cumprir com sucesso esta tarefa.

A todos os funcionários do Instituto Politécnico de Leiria (IPL) com quem tive o privilégio de me relacionar e dos quais recebi todo o apoio para conseguir levar a bom termo, e nas melhores condições esta tarefa; à responsável pela coordenação dos laboratórios da Escola Superior de Saúde de Leiria (ESSLei), a Dra. Carla Costa, sempre atenciosa na marcação de salas com as condições ótimas para a aplicação do protocolo de investigação; ao Professor Doutor José Carlos Gomes, Diretor da ESSLei por toda a disponibilidade manifestada para o sucesso do nosso trabalho na recolha da amostra, proporcionando-nos um ambiente de condições propícias ao rigor com que o pretendíamos fazer e pela sua constante preocupação em estar informado sobre o andamento do processo; à Professora Doutora Maria Goreti Silva Monteiro, Subdiretora da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria, por toda a sua disponibilidade e intervenção para um acesso rápido à listagem dos alunos inscritos na instituição que dirige e aos seus

contactos; ao Professor Doutor Nuno Mangas, Presidente do IPL, com quem ainda antes de dar início a este projeto tive o privilégio de colaborar e que, desde o primeiro contacto, me mostrou toda a disponibilidade, pessoal e da Instituição que dirige, para apoiar no que fosse necessário para o êxito da investigação;

a todos os que colaboraram como participantes da amostra deste estudo e sem os quais tal estudo não se poderia ter realizado. Para esses estudantes, que mesmo em épocas de avaliações disponibilizaram o seu tempo para colaborar, vai um agradecimento muito especial.

À Dra. Teresa Urbano, por todo o seu profissionalismo e por toda a disponibilidade e atenção no esclarecimento de dúvidas, sempre que solicitada; a todos os Docentes de Doutoramento em Psicologia Cognitiva com quem tive o privilégio de me cruzar nesta etapa da minha vida e que muito contribuíram para o alargamento dos meus conhecimentos.

Um agradecimento muito especial àqueles Docentes que de uma forma mais pessoal e direta me conduziram pelos caminhos do *saber* e ajudaram a orientar nas encruzilhadas com que me fui confrontando. A esses por quem sinto uma profunda dívida de gratidão, deixo o meu agradecimento.

Aos Doutores Martin Voracek (Universidade de Viena) e Bernhard Fink (Universidade de Göttingen) um agradecimento especial por se terem disponibilizado, de imediato, a facultar alguma da bibliografia utilizada nesta dissertação e à qual não teríamos de outro modo acesso.

Ao Professor Doutor Valentim Alferes por, sempre que solicitado, me ter acolhido amistosamente e me deixar participar nas suas aulas de métodos de investigação e análise de dados, contribuindo para o meu enriquecimento científico.

Ao Professor Doutor Miguel Oliveira, pela forma sempre pronta e simpática com que se disponibilizou para me ajudar a enriquecer o meu conhecimento e o meu trabalho, partilhando comigo a sua competência científica, facultando-me artigos e fazendo, em conjunto, a sua discussão.

Ao Professor Doutor Bruno de Sousa, por me deixar assistir a algumas das suas aulas de estatística e análise de dados através do programa de SPSS, pelos seu ensinamentos para a construção da base de dados e inserção dos dados e pela valiosa ajuda na interpretação de resultados estatísticos.

Ao Professor Doutor Armando Mónica de Oliveira, pelo facto de, desde o primeiro dia em que tive o privilégio de o conhecer, sempre ter conseguido arranjar tempo para me dar atenção e

acorrer à satisfação das minhas solicitações com uma humildade enorme e um sorriso de simpatia. Pelo incentivo e encorajamento perante as minhas dificuldades com a língua inglesa. E ainda, pelo interesse e empenho com que acompanhou o meu percurso, facultando-me artigos, disponibilizando-se para me ensinar a trabalhar com alguns instrumentos de investigação e, já na fase final, ter novamente disponibilizado uma parte do seu escasso tempo, para me ajudar a tratar alguns resultados da parte estatística.

Por último, mas em primeiro lugar, ao Professor Doutor Pedro Urbano, pela sua exemplar e inextinguível orientação, pautada por uma visão atenta, de rigor e de elevada competência científica. Pelo interesse e dedicação empenhados com que, ao longo desta meia dúzia de anos, acompanhou um percurso em nada simples, onde as necessidades de enriquecimento e de ajustamento foram uma constante. Percurso onde, por vezes, as oscilações entre o querer, o não acreditar e o desânimo se cruzaram, mas lá estava o Professor e amigo com toda a sua *sapiência*, recorrendo às metáforas, acreditando e fazendo acreditar nas competências, motivando, para conseguir chegar ao fim do caminho ou, quem sabe, ao seu início. Por tudo e por muito mais que fica por dizer, dado que seriam necessárias muitas páginas para demonstrar toda a minha gratidão, quero deixar-lhe expresso um abraço e um enorme agradecimento.

E, finalmente, àqueles que fazem parte mais direta da minha vida e de quem, embora estando presente, reconheço ter estado distante. Esses são a minha família, em especial a Isabel, a Isa, o José Miguel, o João Pedro, o Xavier, a Aurora e o Rui, a quem me dispense de dedicar muitas palavras. Aliás, não consigo encontrar todas as palavras e as razões de agradecimento que seriam necessárias para lhes expressar a minha gratidão. Para eles e para os meus amigos mais chegados, que considero muito especiais, vai o meu Muito Obrigado por Tudo e que me *Desculpem Qualquer Coisinha!!!*

Resumo

A expressão 2D:4D designa o quociente entre o comprimento dos dedos indicador e anelar e de acordo com um crescente corpo de estudos, pode ser considerado um biomarcador putativo da exposição pré-natal (ou mesmo peri-natal) às hormonas sexuais, em particular a testosterona e o estrogénio, marcador esse que é sexualmente dimórfico e cujos efeitos organizacionais sobre o desenvolvimento cerebral têm vindo a ser defendidos. Devido ao facto de se correlacionar negativamente com a testosterona e positivamente com o estrogénio, tal marcador manifesta-se de forma simples e facilmente mensurável, de forma não-invasiva, revelando-se desde logo um traço anatómico sexualmente dimórfico, levando a que seja significativamente utilizado no estudo de diversas variáveis influenciadas pelas hormonas, ou sexualmente dimórficas. Sendo de notar que os homens tendem, em média, a apresentar o quarto dedo (anelar) maior, quando comparado com o segundo dedo (indicador) e por referência às mulheres.

Partindo destes pressupostos, a presente dissertação pretendeu analisar: (1) se os participantes (homens ou mulheres) expostos a quantidades elevadas de testosterona pré-natal, e mais baixas de estrogénio, tenderiam a exibir valores 2D:4D inferiores à unidade, enquanto que sujeitos expostos a quantidades inversas destas hormonas, tenderiam a exibir valores $2D:4D \geq 1$; (2) se existiam diferenças significativas entre os sexos, em que os homens exibissem menores 2D:4D do que as mulheres, a exemplo do que tem sido relatado na generalidade dos estudos realizados nesta área; (3) as possíveis relações entre os efeitos dos esteroides sexuais pré-natais (em particular, a testosterona) na eventual organização cerebral daí decorrente, nomeadamente ao nível do desempenho cognitivo, baseando-se na utilização do biomarcador putativo não invasivo, o 2D:4D, como forma de estimar tais efeitos. Especificamente, procurou-se investigar a possível existência de relações entre o 2D:4D e o desempenho em tarefas visuo-espaciais, concretamente numa tarefa de rotação mental de figuras maciças, teste apropriado para investigar algumas previsões relacionadas com a associação dos efeitos dos androgénios fetais sobre o 2D:4D e o desempenho. Admitindo tal propriedade (dos testes de rotação mental), seria previsível que os indivíduos com mais baixos *ratios* (maior exposição a testosterona fetal) teriam melhor desempenho do que os indivíduos com 2D:4D mais elevados (maior exposição aos estrogénios); (4) possíveis diferenças assinaláveis, entre três grandes áreas representadas na nossa amostra (Saúde, Engenharia e Económicas) e os *ratios* dos participantes, quer para a mão esquerda quer para a mão direita ou apenas para uma delas; (5) por fim, a possibilidade de contribuir para a validação do 2D:4D como um possível biomarcador, sexualmente dimórfico,

para a organização permanente dos efeitos da testosterona pré-natal sobre o cérebro e o comportamento.

A população considerada para este estudo foi o conjunto de todos os alunos inscritos no *Campus 2* do Instituto Politécnico de Leiria (perfazendo um total de cerca de 5.200), dos quais foi selecionada uma amostra de 252 sujeitos (127 homens e 125 mulheres), com uma média de idades de 22,9 anos (desvio padrão de 6,366), obtida de forma aleatória simples. A todos os participantes foi feita a digitalização de ambas as mãos, utilizando-se um *scanner*, tendo sido pedido a dois medidores exteriores que fizessem as medições, de forma “cega”, quer em relação à identificação dos participantes, quer em relação ao objetivo do estudo. A prova de rotação mental aplicada, foi desenvolvida por Mariano Yela.

Os resultados obtidos neste estudo, podem ser articulados ao longo dos seguintes eixos: (1) os valores médios dos *ratios* direitos, da amostra total, são superiores aos valores médios dos *ratios* esquerdos ($0,974 > 0,963$); quando discriminado por sexos, os valores médios dos *ratios* da mão direita continuam a ser, em ambos os sexos, superiores aos valores médios dos *ratios* da mão esquerda; (2) os participantes do sexo masculino apresentam menores *ratios* quer na mão esquerda, quer na mão direita, quando comparados com os participantes do sexo feminino; (3) revelaram a existência de diferenças estatisticamente significativas entre homens e mulheres no que respeita ao 2D:4D da mão esquerda, sendo as mulheres que apresentam um *ratio* maior ($t_{(250)}=-5,791$; $p<0,001$). O mesmo sucedendo com o 2D:4D da mão direita, onde igualmente se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre homens e mulheres, sendo de novo as mulheres que apresentam um *ratio* maior ($t_{(250)}=-5,262$; $p<0,001$); (4) na análise de possíveis correlações entre os 2D:4D da mão direita e da mão esquerda no sexo feminino, constatou-se uma relação média e significativa no sentido positivo entre o *ratio* da mão direita e o *ratio* da mão esquerda. Isto é, quanto mais elevado é o *ratio* da mão direita, maior é o *ratio* da mão esquerda; nos participantes do sexo masculino, constatou-se uma correlação forte e significativa no sentido positivo do 2D:4D da mão direita com o *ratio* 2D:4D da mão esquerda; (5) Tendo em consideração a totalidade da amostra, verificou-se igualmente uma relação forte no sentido direto entre o 2D:4D da mão direita e o 2D:4D da mão esquerda. Relativamente à Pontuação Direta e ao desempenho em termos de Tempo não se verificou quaisquer correlações estatisticamente significativas com os 2D:4D das mãos direita e da esquerda; (6) Analisando a correlação entre as mesmas variáveis, mas tendo em consideração o sexo dos participantes, não se verificaram quaisquer correlações estatisticamente significativas entre o 2D:4D de ambas as mãos, com a Pontuação Direta e com o desempenho em termos de tempo, em ambos os sexos e entre os sexos; (7) existem diferenças estatisticamente significativas entre as áreas de formação

e o *ratio* das mãos direita/esquerda, sendo os alunos da área de Saúde que apresentam, em termos médios, um *ratio* maior, seguido pelos alunos da área de Económicas e de Engenharia ($F_{(3,248)}=3,637$, $p<0,05$; ($F_{(3,248)}=4,067$, $p<0,05$). Isto é, os alunos das engenharias apresentam uma média do 2D:4D das mãos direita/esquerda menor quando comparados com os restantes; averiguando se estas diferenças estatisticamente significativas persistem nas análises dentro da variável sexo, tanto no grupo das participantes do sexo feminino como no grupo dos participantes do sexo masculino, não se verificou qualquer diferença estatisticamente significativa; um dado curioso e digno de registo, é que, *apesar de não ser estatisticamente significativo*, as alunas da área Engenharia são as que apresentam maiores *ratios* da mão direita, em termos médios; (8) não tendo sido possível interpretar o teste *t*, na análise de eventuais diferenças entre homens e mulheres na prova de Rotação Mental, optou-se pelo teste Mann-Whitney, tendo-se verificado diferenças estatisticamente significativas entre homens e mulheres no que respeita ao desempenho em termos de *respostas corretas*; os resultados obtidos com a Pontuação Direta (P.D.), mostraram igualmente que existem diferenças estatisticamente significativas entre os participantes do sexo masculino e os do sexo feminino ($F=13,943$, $p<0,001$), tendo os homens obtido em média uma Pontuação Direta superior à das mulheres (15,6 e 12,2 respetivamente); analisando o desempenho nesta prova em função da variável tempo de execução, não se verificaram diferenças entre os estudantes do sexo masculino e os do sexo feminino; (9) analisando a possibilidade de existirem diferenças entre o desempenho da prova de rotação mental e os *ratios* maiores/menores da mão direita/esquerda, considerando-se os valores inferiores à média como sendo menores 2D:4D e os valores acima da média como sendo os maiores 2D:4D, obtiveram-se os seguintes resultados; i) procurando identificar, para a mão direita, possíveis diferenças dentro de cada sexo no desempenho na prova de rotação mental, os resultados revelaram não existirem diferenças estatisticamente significativas entre os sujeitos com menores 2D:4D e os que apresentam maiores 2D:4D face à pontuação direta (PD), tanto no que se refere ao sexo masculino ($t_{(125)}=-0,341$; $p>0,05$) como ao sexo feminino ($t_{(123)}=-1,273$; $p>0,05$); o mesmo aconteceu relativamente à mão esquerda, tanto no que se refere ao sexo masculino ($t_{(125)}=-1,641$; $p>0,05$) como ao sexo feminino ($t_{(123)}=-0,994$; $p>0,05$); ii) recorrendo aos extremos de quartis referentes à variável Pontuação Direta e à variável tempo, com o intuito de diferenciar igualmente os menores 2D:4D e os maiores 2D:4D de ambas as mãos, os resultados obtidos conduziram-nos à mesma conclusão; isto é, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os menores e os maiores 2D:4D relativamente ao desempenho na prova de rotação mental (PD; Tempo).

Palavras-chave: Esteroides pré-natais, 2D:4D, Dimorfismo, Rotação Mental

Abstract

The expression 2D:4D designates the quotient between the length of the index and annular fingers and according to a growing body of studies, can be considered a putative biomarker of prenatal (or even peri-natal) exposure to sex hormones, in particular testosterone and estrogen, a marker that is sexually dimorphic and whose organizational effects on brain development have been advocated.

Because it correlates negatively with testosterone and positively with estrogen, such a marker manifests itself in a simple and easily measurable and non-invasive way, revealing itself from the outset a sexually dimorphic anatomical trait, leading it to be significantly used in the study of several variables influenced by hormones, or sexually dimorphic. It should be noted that men tend, on average, to present a largest fourth finger (annular) when compared to the second finger (index) and by reference to women.

Based on these assumptions, the present dissertation sought to analyze: (1) If the participants (men or women) exposed to high levels of prenatal testosterone, and lower estrogen, tended to exhibit lower 2D:4D values than unity, whereas subjects exposed to reverse amounts of these hormones, would tend to exhibit $2D:4D \geq 1$ values; (2) if there were significant differences between the sexes in which men exhibited lower 2D:4D than women, as has been reported in most studies in this area; (3) the possible relationships between the effects of prenatal sexual steroids (in particular, testosterone) on the eventual cerebral organization therefor resulting, namely on the level of cognitive performance, based on the use of the non-invasive putative biomarker, 2D:4D, as a way of estimating such effects. Specifically, we attempted to investigate a possible relationship between 2D:4D and visuospatial performance, specifically in the task of mental rotation of massive figures, an appropriate test to investigate some predictions related to an association of the effects of fetal androgens on the 2D:4D and performance. Assuming such property (from the mental rotation tests), it would be expected that individuals with lower ratios (greater exposure to fetal testosterone) would perform better than subjects with higher 2D:4D (greater exposure to estrogens); (4) To evaluate possible significant differences between the three major areas represented in our sample (Health, Engineering and Economics) and the ratios of the participants, either for the left hand or for the right hand or for only one; (5) Finally, the possibility of contributing to the validation of 2D:4D as a possible, sexually dimorphic biomarker for the permanent organization of the effects of prenatal testosterone on the brain and behavior.

The population considered for this study was the set of all students enrolled in Campus 2 of the Polytechnic Institute of Leiria (totaling about 5,200), of which a sample of 252 subjects (127 men and 125 women) was chosen, with an average of 22.9 years (standard deviation of 6,366), obtained in a simple randomized way. All the participants were digitalized in both hands using a scanner, and two external meters were asked to take measurements in a "blind" way, both in relation to the identification of the participants and in relation to the objective of the study. The applied mental rotation test was developed by Mariano Yela.

The results obtained in this study can be articulated along the following axes: (1) the mean values of the right ratios of the total sample are higher than the mean values of the left ratios ($0.974 > 0.963$); when discriminated by sex, the mean values of the right hand ratios continue to be, in both sexes, higher than the mean values of the left hand ratios; (2) male participants had lower ratios in either the left hand or the right hand when compared to female participants; (3) revealed the existence of statistically significant differences between men and women regarding 2D:4D of the left hand, with women having a higher ratio ($t(250) = -5.791, p < 0.001$). The same happened with the 2D:4D on the right, where there were also statistically significant differences between men and women, again being women with a higher ratio ($t(250) = -5.262; p < 0.001$); (4) in the analysis of possible correlations between 2D:4D of the right hand and the left hand in females, a mean and significant relationship was found in the positive direction between the right hand ratio and the left hand ratio. That is, the higher the ratio of the right hand, the higher the ratio of the left hand; in the male participants, there was a strong and significant correlation in the positive direction of the right hand 2D:4D ratio with the left hand 2D:4D ratio; (5) considering the whole sample, there was also a strong direct relationship between 2D:4D of the right hand and 2D:4D of the left hand. Regarding the Direct Score and Time performance, there were no statistically significant correlations with 2D:4D of the right and left hands; (6) Analyzing the correlation between the same variables, but taking into account the gender of the participants, there were no statistically significant correlations between 2D:4D of both hands, with Direct Score and with time performance, in both Sexes; (7) there are statistically significant differences between the education areas and the right/left hand ratio, with the students in the Health area presenting, on average, a higher ratio, followed by students in the area of Economics and Engineering ($F(3,248) = 3.637, p < 0.05$; $F(3,248) = 4.067, p < 0.05$). That is, the engineering students present an average 2D:4D of the right/left hands lower when compared to the rest; ascertaining whether these statistically significant differences persist in the analyzes within the sex variable, in both the female participants group and the male participants group, there was no statistically significant difference; a curious and noteworthy fact is that, although it is not

statistically significant, the students of the Engineering area are those that present the highest ratios of the right hand, in average terms; (8) It was not possible to interpret the test t, in the analysis of possible differences between men and women in the test of Mental Rotation, we chose the Mann-Whitney test, and there were statistically significant differences between men and women in terms of performance of correct answers; the results obtained with the Direct Score (PD) also showed that there are statistically significant differences between the male and female participants ($F = 13,943$, $p < 0.001$), with men obtaining on average a Direct Score higher than women (15.6 and 12.2 respectively); analyzing the performance in this test as a function of the variable execution time, there were no differences between male and female students; (9) analyzing the possibility of differences between the performance of the mental rotation test and the major / minor ratios of the right / left hand, considering lower values to be lower than 2D:4D and the values above the average as the largest 2D:4D, the following results were obtained; i) trying to identify, for the right hand, possible differences within each gender in the performance of the mental rotation test, the results revealed that there were no statistically significant differences between subjects with lower 2D:4D and those with higher 2D:4D compared to the direct score, on males ($T(125) = -0.341$, $p > 0.05$) and females ($t(123) = -1.273$; $p > 0.05$); the same happened on the left hand, on the male ($T(125) = -1.641$, $p > 0.05$) and female ($t(123) = -0.994$, $p > 0.05$); ii) using the extremes of quartiles referring to the variable Direct Score and the variable time, in order to differentiate equally the smaller 2D:4D and the larger 2D:4D of both hands, the results obtained lead us to the same conclusion; That is, there were no statistically significant differences between the lowest and the highest 2D:4D relative to the performance in the mental rotation test (PD; Time).

Keywords: 2D:4D, Mental Rotation, Dimorphism

Índice

Introdução	1
2D:4D	7
1. Introdução e posição do problema	9
2. Definição do 2D:4D e algumas características específicas	10
2.1. Dimorfismo sexual.....	10
2.2. Determinação e constância do 2D:4D	11
3. Breve historial.....	13
4. Sistemas endócrinos e relação com efeitos organizacionais	17
4.1. Introdução	17
4.1.1. A “Hipótese Geschwind-Galaburda” e o “Modelo GBG”	20
5. Estudo do 2D:4D em outras espécies animais	25
2D:4D e dimensões psicológicas	31
1. Introdução	33
2. Orientação sexual.....	33
2.1. Introdução	33
2.2. Estudos com ambos os sexos	34
2.3. Estudos apenas com o sexo masculino	43
2.4. Síntese	46
3. Capacidades cognitivas.....	47
3.1. Interesses vocacionais.....	47
3.1.1. Capacidades numéricas	49
3.1.2. Capacidades verbais	50
3.1.3. Capacidades desportivas	52
3.1.3.1. Introdução	52
3.1.3.2. Estudos realizados com ambos os sexos	54

3.1.3.3. Estudos só com o sexo feminino.....	56
3.1.3.4. Estudos só com o sexo masculino.....	62
3.1.3.5. Síntese.....	65
4. Traços de personalidade	66
4.1. Introdução.....	66
4.2. Agressividade	67
4.3. Busca de sensações.....	73
4.4. Neuroticismo.....	75
4.4.1. Depressão	78
4.5. Amabilidade	80
4.6. Abertura à experiência.....	81
4.7. Tomada de decisão	83
Rotação Mental	89
1. Introdução.....	91
2. As investigações pioneiras de Shepard e colaboradores.....	92
3. A rotação mental aplicada ao estudo das diferenças entre os sexos.....	94
4. A determinação cronológica das diferenças entre os sexos.....	97
5. Possíveis implicações de alguns fatores na rotação mental.....	100
5.1. Introdução.....	100
5.2. Fatores tácteis.....	100
5.3. A questão da sistematização (Baron-Cohen).....	102
5.4. A questão da autoconfiança	103
6. Efeitos organizacionais da testosterona fetal em tarefas de rotação mental.....	104
7. Rotação mental de partes do corpo	108
8. Rotação mental de objetos e de partes do corpo.....	111
9. Modulação da rotação mental de partes do corpo pela postura corporal.....	115
10. 2D:4D e rotação mental.....	117

10.1. Introdução	117
10.2. Principais estudos.....	118
10.3. Síntese	125
Estudo empírico.....	127
1. Introdução	129
2. Métodos de medição.....	130
3. Participantes.....	133
4. Procedimentos de medição.....	135
5. Protocolo de investigação	137
6. Caracterização da amostra.....	139
7. Resultados	141
7.1. Comprimentos dos segundo e quarto dedos e 2D:4D	141
7.2. Correlações entre os 2D:4D.....	144
7.3. Desempenho na prova de Rotação Mental.....	149
7.3.1. Em função do sexo	149
7.3.2. Em função do 2D:4D.....	149
8. Discussão dos resultados e conclusão.....	155
Bibliografia	167
Anexos	197

Índice de Figuras

Figura 1: Exemplo de mãos femininas de participantes no estudo.	11
Figura 2: Exemplo de mãos masculinas de participantes no estudo.	11
Figura 3: Bloco de figuras maciças tridimensionais de Yela, utilizado no presente trabalho.....	93
Figura 4: Paquímetro digital usualmente utilizado nas medições dos dedos.	131
Figura 5: Procedimento de medição: um dos gabinetes utilizados para a recolha da amostra e manga de tecido para evitar a sobre-exposição.....	132
Figura 6: Exemplo dos códigos utilizados para preservar o anonimato dos participantes.	137

Índice de Tabelas

Tabela 1: Distribuição da população por ano letivo, por escola e nível de ensino	135
Tabela 2: Distribuição da amostra em função do sexo	139
Tabela 3: Distribuição da amostra por sexo e idade	140
Tabela 4: Distribuição da amostra em função do curso.....	140
Tabela 5: Distribuição da amostra em função da área de estudo.....	141
Tabela 6: Dados descritivos dos comprimentos dos dedos (em milímetros)	142
Tabela 7: Dados descritivos do 2D:4D (valores D.P. em pixels)	142
Tabela 8: Valores das diferenças do 2D:4D (amostra total).....	143
Tabela 9: Correlações entre os 2D:4D e as médias dos comprimentos para o sexo feminino.....	145
Tabela 10: Correlações entre os 2D:4D e as médias dos comprimentos para o sexo masculino.....	146
Tabela 11: Correlações entre o 2D:4D da mão direita e as áreas de formação.....	147
Tabela 12: Correlações entre o 2D:4D da mão esquerda e as áreas de formação	148
Tabela 13: Correlações do 2D:4D com o desempenho na amostra total	150
Tabela 14: Correlações do 2D:4D com o desempenho no sexo feminino	150
Tabela 15: Diferenças para a mão direita entre sujeitos com menores 2D:4D e os que apresentam maiores 2D:4D face à Pontuação Direta.	151
Tabela 16: Diferenças para a mão esquerda entre sujeitos com menores 2D:4D e os que apresentam maiores 2D:4D face à Pontuação Direta.	152
Tabela 17: Resultados para as diferenças entre <2D:4D e >2D:4D, em função da variável Pontuação Direta com recurso aos extremos de quartis.	153

Introdução

O 2D:4D é, literalmente e muito simplesmente, o quociente entre o comprimento do segundo e do quarto dedos da mão e dificilmente encontraria o seu lugar numa dissertação de doutoramento em Psicologia Cognitiva, se não fosse o facto de ser considerado, desde há cerca de duas décadas, um possível ou putativo biomarcador da exposição intrauterina aos efeitos dos esteroides sexuais, em particular a testosterona. Sendo que tal exposição quando ocorre nos (chamados) períodos críticos da gestação poderá ter efeitos permanentes (ditos organizacionais) no desenvolvimento do cérebro.

Toda a primeira parte da presente dissertação, que aqui apresentamos, constitui (tal como é usual suceder) uma revisão à literatura relevante para esta matéria, procurando-se traçar nas suas linhas mais gerais aquilo a que se pode chamar o «estado da arte» ou do conhecimento. Nesse âmbito, começamos por abordar os aspetos que se prendem com o 2D:4D, o que acaba constituindo o primeiro capítulo desta parte da revisão, antes de focarmos a nossa atenção na outra grande questão em estudo, a rotação mental, que constitui o segundo capítulo.

Mais especificamente, iniciamos a revisão à literatura com uma exposição sobre a definição e razão de ser do 2D:4D, procurando apresentar algumas de várias razões inerentes ao interesse deste quociente, nomeadamente no campo da Psicologia. É nesse sentido que, visando um melhor conhecimento daquilo que tem motivado o interesse e empenho da comunidade científica sobre esta matéria relacionada com o 2D:4D, optámos por dividir este primeiro capítulo em vários subcapítulos.

No primeiro deles, para além de revermos a sua definição, centramo-nos igualmente em algumas das suas características específicas, nomeadamente sobre a sua tendência para revelar algum dimorfismo sexual; assim como a sua suposta determinação num período crítico da fase de desenvolvimento embrionário, por influência da exposição aos esteroides sexuais; e ainda, a possibilidade da sua universalidade.

No segundo subcapítulo, procurando descobrir quais os pressupostos que motivaram (na atualidade) tal interesse por este tema, traçamos um breve historial, situando no tempo a época em que tal quociente terá motivado o interesse de alguns investigadores. Mais exatamente, abordamos o facto de a possível relação do comprimento dos dedos com os efeitos dos esteroides sexuais e nomeadamente a sua diferenciação sexual, ter vindo a ser objeto de estudo desde o século XIX, embora só tenha verdadeiramente conhecido o interesse da comunidade científica no final do século XX.

O terceiro subcapítulo centra-se em aspetos relacionados com os sistemas endócrinos e a sua relação com os possíveis efeitos organizacionais no cérebro. Mais especificamente, fazemos uma abordagem ao envolvimento que poderão ter em todos os aspetos da gravidez, desde a implantação até à adaptação do feto à vida no exterior, incluindo (entre esses dois pólos) a formação da placenta, a adaptação materna ao embrião ou o desenvolvimento embrionário e fetal. A nossa atenção centrou-se neste âmbito em fazer uma revisão dos resultados obtidos por alguns investigadores (em experiências realizadas em animais), que mostraram ser os esteroides sexuais (em especial os androgénios e os estrogénios) essenciais para a diferenciação sexual, tanto do corpo, como do cérebro. É a este propósito que procurámos enfatizar, a nível do que se tem vindo a investigar, as possíveis relações entre os níveis fetais de hormonas sexuais e o desempenho cognitivo.

O quarto subcapítulo vem no seguimento do anterior e articula-se a partir da chamada “Hipótese Geschwind-Galaburda” e o “Modelo GBG”, visando meramente ajudar a contextualizar, fundamentar e justificar a utilização de uma estratégia possível para o estudo dos possíveis efeitos dos esteroides sexuais pré-natais, particularmente da testosterona fetal, no desenvolvimento da organização cerebral e dos consequentes desempenhos comportamentais, nomeadamente no que diz respeito à envolvimento das capacidades cognitivas. Tal estratégia é indireta (não invasiva) e consiste na medição dos dedos da mão e no estabelecimento deste quociente entre os comprimentos dos dedos indicador e anelar; quociente comumente designado por 2D:4D.

No quinto subcapítulo abordamos a importância (ainda que lateral, para esta dissertação) dos estudos com animais na avaliação dos efeitos da exposição aos androgénios e a sua associação com fatores durante o desenvolvimento, os quais poderão assimilar-se aos dos seres humanos. Neste pressuposto, analisamos os resultados de estudos que vêm sublinhando a importância dos modelos animais para a obtenção de evidências convincentes de que as hormonas sexuais, em particular a testosterona produzida no período pré e neonatal, possam ter efeitos ao longo da vida sobre as características físicas, o funcionamento fisiológico e o comportamento. Mais especificamente, são abordados um conjunto de estudos que sugerem que durante a fase de desenvolvimento embrionário, os níveis de testosterona ou de estrogénios podem intervir, através dos seus recetores, sobre os níveis de transcrição de genes HOX, afetando o desenvolvimento dos dedos, podendo dessa forma influenciar o comprimento relativo dos mesmos. Tais sugestões assumem de certa forma alguma relevância para a determinação do

mecanismo que se presume subjacente na ligação do 2D:4D àquelas hormonas sexuais, como sugerido por um conjunto crescente de estudos.

O sexto subcapítulo é dedicado ao 2D:4D na sua (possível) relação com algumas das dimensões psicológicas mais comumente estudadas. Procurou-se fazer uma análise relativamente exaustiva aos resultados relatados pela literatura recente, no que respeita à determinação da possível influência dos fatores hormonais (peri-natais ou não) na manifestação de determinados fatores, como por exemplo, a orientação sexual e as capacidades cognitivas. No que diz respeito às capacidades cognitivas, é feita uma leitura da possibilidade de existir uma associação entre o 2D:4D e os interesses vocacionais (como por exemplo, aqueles relacionados com capacidades numéricas, verbais e desportivas).

Por último, no sétimo subcapítulo, é feita a cobertura de estudos relacionando o 2D:4D com os traços de personalidade. Mais especificamente é feita uma análise aos resultados de estudos que se dedicaram a investigar a associação deste quociente com a agressividade, a busca de sensações, o neuroticismo, a depressão, a amabilidade, a abertura à experiência e com a tomada de decisão.

No segundo capítulo, ainda neste âmbito da revisão à literatura, é feita uma exposição sobre o conceito de rotação mental, dando a conhecer alguns dos paradigmas relacionados com a imaginária mental (IM) e fazendo uma revisão e discussão sobre alguns aspetos metodológicos e sobre os resultados referidos na literatura relacionada com a investigação nesta matéria. Também neste caso, com o intuito de tornarmos a sua abordagem mais acessível, optámos por dividir este capítulo em vários subcapítulos, incluindo obrigatoriamente a referência às investigações pioneiras de Shepard e colaboradores, no primeiro subcapítulo.

O terceiro e quarto subcapítulos são dedicados, sob ângulos diferentes, a questões que se prendem ao desempenho diferenciado entre os sexos, tão amplamente referido pela literatura que se vem debruçando sobre este tópico.

O estudo empírico propriamente dito, constitui a segunda parte do nosso trabalho. Estudo empírico esse que se baseia na utilização do biomarcador putativo que temos vindo a referir, como forma de estimar os possíveis efeitos dos esteroides sexuais pré-natais (em particular a testosterona) no desempenho numa prova de rotação mental, numa amostra de cerca de 250 participantes de ambos os sexos, recolhida de forma aleatória numa população de estudantes do ensino superior, a frequentar o Instituto Politécnico de Leiria.

Dada a natureza desse biomarcador, foram necessários cuidados muito particulares nas medições efectuadas, que se encontram explicitados na secção “Métodos de medição”, que se sucede a breves considerações introdutórias.

A descrição do protocolo de investigação utilizado, assim como a caracterização dos participantes e dos procedimentos empregues, precedem a apresentação e sintetização dos resultados obtidos, onde são caracterizadas as provas estatísticas utilizadas e traçadas as linhas principais. Resultados esses que, conforme temos ocasião de referir, não foram ao encontro das nossas expectativas, o que nos motivou uma pequena reflexão de fundo, na respetiva discussão e conclusão, sobre algumas questões de investigação, relativas quer ao estudo realizado, quer a estudos que poderiam vir a ser empreendidos, de modo a prosseguir o esforço coletivo da comunidade científica no sentido de conhecer melhor os possíveis efeitos das hormonas sexuais pré-natais em diferentes dimensões psicológicas e, muito em particular, no âmbito da Psicologia Cognitiva. Será por exemplo o caso de se estudar a rotação mental de partes do corpo, sempre em relação com o 2D:4D, ou questões relacionadas com possíveis desempenhos diferenciais em função das áreas de formação ou em função de eventuais diferenças entre os sexos. Dedicámos enfim algumas linhas, muito modestas, à questão dos resultados ditos “negativos” em investigação científica, em particular no sentido de nos interrogarmos sobre o seu eventual valor informativo.

Não temos, no final deste trabalho, respostas. Temos mais perguntas ainda, embora diferentes daquelas que tínhamos quando empreendemos esta tarefa. Acima de tudo, o nosso entusiasmo não esmoreceu; pelo contrário, saiu reforçado, pois gostaríamos até de poder estender este estudo, adotando provavelmente um procedimento (ou protocolo) de investigação mais alargado (através da inclusão de outras provas) e procurando contar com um número mais elevado de participantes, obtidos idealmente através um método de amostragem mais sofisticado.

2D:4D

1. Introdução e posição do problema

A expressão 2D:4D designa literalmente um quociente, ou razão, entre o comprimento do dedo indicador (2D, na notação antropológica) e o comprimento do dedo anelar (4D). À partida, uma tal razão ou *ratio* não deveria constituir um objeto de estudo em Psicologia, mas sim, quanto muito, em Medicina ou, por exemplo, em Anatomia. Com efeito, estamos a falar de quantidades (o comprimento) de partes anatómicas ou esqueléticas do corpo.

No entanto, sabemos hoje que o comprimento dos dedos da mão, determinado por um conjunto específico de genes (do qual falaremos adiante), passa durante a gestação intrauterina por um período crítico, no qual existe uma marcada sensibilidade à presença de certas hormonas. Ora, por coincidência, descoberta de forma algo fortuita há cerca de duas décadas, a organização do cérebro passa na mesma altura igualmente por um período crítico, no qual é de forma semelhante sensível às mesmas hormonas. Ou seja, dito por outras palavras: por coincidência, há um período na gestação embrionária no qual, quer o esqueleto no que diz respeito à formação dos dedos, quer o cérebro, são sensíveis ao mesmo grupo de hormonas ou esteroides sexuais. O que significa que, estudar um desses objetos pode-nos ajudar a estudar ou conhecer ou compreender o outro objeto. Queremos com isto afirmar que o estudo do comprimento daqueles dois dedos em particular, embora constitua habitualmente uma matéria da Medicina, pode ajudar a Psicologia a compreender ou conhecer a génese de dimensões mais típicas do seu campo, em especial, dimensões de natureza cognitiva.

Como se chegou a esta descoberta? Qual o valor científico dessa possível relação ou correlação entre o desenvolvimento de uma parte do esqueleto humano e a organização cerebral? Quais as implicações, caso existam, do comprimento daqueles dois dedos para o estudo de questões de natureza psicológica? O objetivo destas páginas iniciais é, justamente, procurar dar resposta, ou respostas, a estas e outras interrogações relacionadas. Ou seja, tentaremos nas páginas que se seguem definir com rigor o que é o 2D:4D, traçar um breve historial da sua descoberta e aplicação a estudos na área da Psicologia ou mesmo noutras áreas – como por exemplo a Zoologia, apenas a título ilustrativo. Procuraremos, de igual modo, fazer uma revisão da literatura científica relevante, apresentando uma síntese abreviada das várias centenas de estudos publicados em torno deste objeto, sobretudo na última década. E esboçaremos no final (desta revisão) algumas considerações sobre o potencial deste tema para o eventual desenvolvimento de pesquisa em Psicologia Cognitiva, antes de passarmos ao tópico mais clássico (em Psicologia) da *Rotação Mental*, que ocupará uma posição de relevo nesta dissertação.

2. Definição do 2D:4D e algumas características específicas

Tal como acabámos de afirmar, 2D:4D designa um quociente entre o comprimento dos dedos indicador e anelar. E tal como também referimos, existe um interesse notável em Psicologia e áreas afins por este quociente que, à partida, deveria interessar apenas aos estudantes de Anatomia.

Uma das várias razões para tal interesse é que se acredita ser este quociente um biomarcador putativo da exposição pré-natal (ou mesmo perinatal) às hormonas sexuais, em particular a testosterona e o estrogénio. Esta hipótese, aventada no final do século XX, tem recolhido em seu torno um consenso muito alargado. (Veja-se, a título meramente indicativo, Bennett, Manning, Cook & Kilduff, 2010; Huh, 2011; Knickmeyer, Woolson, Hameret, Konneker & Gilmore, 2011; Hampson, Ellis & Tenk, 2008; Lutchmaya, Baron-Cohen, Raggatt, Knickmeyer & Manning, 2004; Manning, Scutt, Wilson & Lewis-Jones, 1998; Manning, 2002; Manning & Fink, 2011; Voracek, Dressler & Manning, 2007); nomeadamente, a testosterona e os estrogénios (Beaton, Rudling, Kissling, Taurines & Taurines, 2011; Knickmeyer & Baron-Cohen, 2006; Honekopp, Manning & Müller, 2006; Hönekopp, Bartholdt, Beier & Liebert, 2007; Hönekopp, 2011; Kraemer, Delsignore & Milos, 2009; Luxen & Buunk, 2005; Manning, Morris & Caswell, 2007; Manning & Peters, 2009; Manning, 2012; Tester & Campbell, 2007; Voracek, 2011; Von Horn, Bäckman, Davidsson & Hansen, 2010).

Com algum rigor, atendendo às sugestões de um crescente número de estudos, podemos definir o 2D:4D como um biomarcador putativo da exposição intrauterina aos esteroides sexuais.

2.1. Dimorfismo sexual

Tal como notado por considerável quantidade de estudos, o 2D:4D tende a revelar algum dimorfismo sexual (Bailey & Hurd, 2005; Caswell & Manning, 2006; Galis, Tem Broek, Van Dongen & Wijnaendts, 2010; Manning *et al.*, 1998; Manning, 2002; Manning & Fink, 2008; Peeters & Claessens, 2012; Voracek & Dressler, 2007; Zeng & Cohn, 2011), sendo que os homens, em média, apresentam o quarto dedo (anelar) maior, quando comparado com o segundo dedo (indicador) do que as mulheres (Manning *et al.*, 1998, 2000, 2012; Peters, Mackenzie & Bryden, 2002; Rahman & Wilson, 2002; Williams, Pepitone, Christensen, Cooke & Huberman, 2000; Zeng & Cohn, 2011). Desta forma, o 2D:4D, na generalidade, tem-se revelado menor nos homens em comparação com as mulheres (Brown, Finn & Breedlove, 2002; Hampson, Ellis & Tenk, 2008; Kastlunger, Dressler, Kirchner, Mittone & Voracek, 2010; Manning

et al.,1998; Manning, Churchill & Peters, 2007; Sorokowski, Sorokowska, Danel, Mberira & Pokrywka, 2012).

Alguns estudos apontam também para a possibilidade de existirem diferenças sexuais nos padrões de assimetria direcional do 2D:4D, observando-se quocientes maiores na mão esquerda dos homens do que na mão direita, o inverso acontecendo nas mulheres (Martin, Puts & Breedlove, 2008; Voracek, Offenmuller & Dressler, 2008). Voracek *et al.* (2008) sublinham que o enviesamento para a direita ou para a esquerda sugere ser uma fonte importante de variação do 2D:4D como marcador putativo dos níveis de testosterona pré-natal.

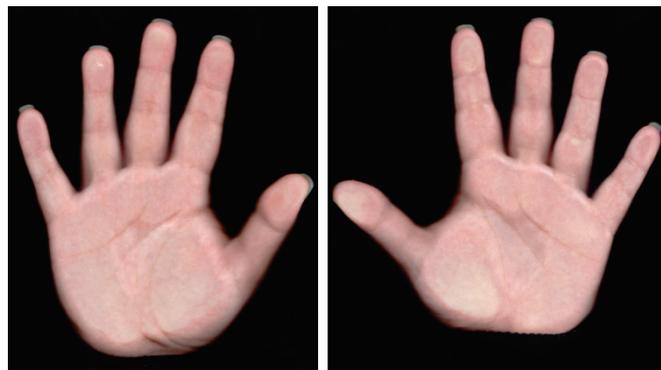


Figura 1: Exemplo de mãos femininas de participantes no estudo.

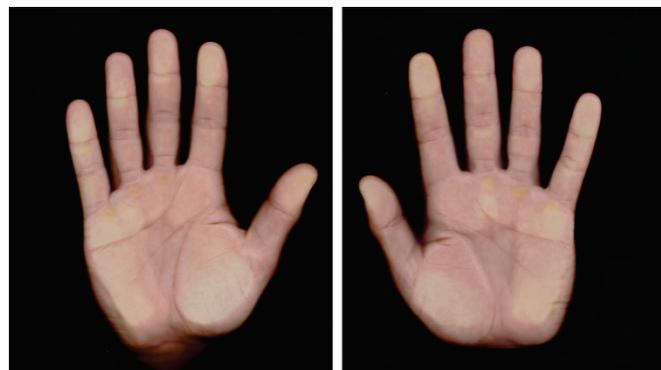


Figura 2: Exemplo de mãos masculinas de participantes no estudo.

2.2. Determinação e constância do 2D:4D

No que diz respeito ao dimorfismo sexual em relação ao 2D:4D, tem sido igualmente sugerido que é universal, sendo tal proposição apoiada por estudos envolvendo variados grupos étnicos (Manning, Churchill & Peters, 2007; Manning, Henzi, Venkatramana, Martin & Singh, 2003; Manning, Stewart, Bundred & Trivers, 2004; Manning, Barley, Walton, Lewis-Jones, Trivers, Singh, Thornhill, Rohde, Bereczkei, Henzi, Soler & Szwed, 2000). Do mesmo modo, segundo alguns estudos (*e.g.* Manning, 2011; Voracek *et al.*, 2007), o 2D:4D tem sido apontado como um

Introdução e posição do problema

possível biomarcador para a organização permanente dos efeitos da testosterona pré-natal sobre o cérebro e o comportamento. Existindo, contudo, ainda dúvidas e opiniões divergentes sobre as etapas do seu desenvolvimento e da sua constância temporal.

De facto, existem estudos que sugerem a sua fixação na fase intrauterina, mantendo-se constante na fase pós-natal, enquanto que outros autores sublinham a possibilidade de existência de processos de desenvolvimento pós-natal que possam influenciar o dimorfismo sexual (veja-se *e.g.* Beaton, *et al.*, 2011; Brown *et al.*, 2002; Galis *et al.*, 2010; Manning *et al.*, 1998; Manning, 2002, 2011). Ainda assim, a generalidade dos autores tem mostrado consenso ao situar a sua origem na fase embrionária uterina, havendo investigadores que referem a sua determinação a partir da 9ª ou da 14ª semana, coincidindo com um período considerado crítico, em que a testosterona e os estrogénios fetais, promovem efeitos organizacionais no desenvolvimento estrutural dos indivíduos (Austin, 2000; Lippa, 2003; Stevenson, Everson, Williams, Hipskind, Grimes & Mahoney, 2007). É o caso de Malas, Dogan, Evcil & Desdicioglu (2006), por exemplo, que acreditam que a diferença sexual do 2D:4D poderá verificar-se nos finais do primeiro trimestre de gravidez. Por seu lado Lutchmaya, Baron-Cohen, Raggatt, Knickmeyer & Manning (2004), a partir de um estudo realizado com crianças, notaram a existência aos 2 anos de uma relação negativa do 2D:4D da mão direita, com a proporção de testosterona/estrogénio, medida no segundo trimestre de gestação através da amniocentese.

É de notar que persistem algumas incertezas, havendo autores que sugerem a possibilidade do 2D:4D aumentar ao longo do desenvolvimento do indivíduo, pondo assim em causa a sua fixação constante (Malas *et al.*, 2006; Williams, Greenhalgh & Manning, 2003), contrariando outros autores que sugerem a sua inalterabilidade desde a sua determinação, até ao final da vida adulta (Manning *et al.*, 2004; Manning, 2012; Trivers, Manning & Jacobson, 2006).

É igualmente de notar que o próprio 2D:4D enquanto putativo biomarcador dos esteroides sexuais pré-natais, continua a levantar dúvidas, críticas ou mesmo contestação. Entre outras críticas, é de sublinhar o facto de não ter sido ainda suficientemente validado como marcador da exposição à testosterona pré-natal, pondo em causa a possibilidade de poder ser relacionado com os efeitos hormonais pré-natais; ou o facto de não apresentar ainda, com clareza, resultados sobre os efeitos das hormonas sexuais pré-natais no comportamento; ou algumas inconsistências empíricas na sua validação e na fundamentação teórica; ou o facto de não ter sido encontrado relação com expressão de traços cujo desenvolvimento depende dos níveis de esteroides sexuais; ou, ainda, a putativa falta de eficácia como biomarcador da exposição pré-natal à testosterona, devido ao facto de não ter evidenciado correlações com dimensões

psicológicas, nomeadamente capacidades espaciais entre outras (veja-se *e.g.* Dressler & Voracek, 2011; Loehlin *et al.*, 2009; Malas *et al.*, 2006; Putz, Gaulin, Sporter & McBurney, 2004; vanAnders & Hampson, 2005).

Não sendo um assunto encerrado, este suposto biomarcador continuará a estar sujeito a críticas e contestações, até que se atinja uma massa crítica de estudos que permita fazer a balança cair para um lado (com a sua validação) ou para o outro. Até lá, podemos considerar com McIntyre (2006), o 2D:4D continua a apresentar-se como uma forma de avaliação credível, representativa dos níveis pré-natais dos esteroides sexuais, de uma forma não invasiva e acessível; podendo ser medida facilmente e de forma fiável em amostras representativas do que se pretenda analisar e de grande dimensão. No mesmo sentido Cohen-Bendahan *et al.* (2005), sugerem que o 2D:4D tem vindo a afirmar-se como uma medida popular para a investigação dos efeitos androgénicos pré-natais nos seres humanos, nomeadamente no que diz respeito a comportamentos e traços associados com o sexo.

3. Breve historial

Atribui-se muitas vezes a descoberta algo fortuita desse quociente ao investigador inglês John Manning. Com efeito, Manning publicou em 1998, juntamente com três colegas — Scutt, Wilson e Lewis-Jones — um estudo que tem sido citado como o primeiro nesta matéria; sendo de notar, porém, por exemplo com Voracek, Dressler e Loibl (2008), que o interesse pelos dedos da mão remonta a cerca de um século antes. Mais exatamente, a possível relação do comprimento dos dedos com os efeitos dos esteroides sexuais e nomeadamente a sua diferenciação sexual, como já anteriormente referido, tem vindo a ser objeto de estudo desde o século XIX como notou Phelps em 1952, sendo exemplo disso os trabalhos por si referenciados de Ecker em 1875 e de Backer em 1888, onde já era notório o interesse pelo estudo dos dedos e a possível relação com efeitos hormonais. Ou seja, estes autores já sugeriam a existência de possíveis assimetrias entre os comprimentos dos dedos, nomeadamente entre o dedo anelar e o dedo indicador, e a possibilidade de essas assimetrias se constituírem um traço anatómico diferenciado consoante o sexo (para uma revisão mais extensa, veja-se também por exemplo, Hurd *et al.*, 2008; Manning, Callow & Brunded, 2003; Voracek, Dressler & Loibl, 2008). De acordo com Phelps, o primeiro desses autores (Ecker) terá observado três condições em relação ao comprimento dos dedos: “dedo indicador mais curto do que dedo anelar ($2 < 4$); índice do dedo indicador de comprimento igual ao dedo anelar ($2 = 4$); e o dedo indicador mais longo do que o dedo anelar ($2 > 4$)” (Phelps, 1952, p.1). Em relação ao segundo autor (Backer), sublinha o facto de ele

Introdução e posição do problema

chamar a atenção para a diferenciação sexual deste traço anatómico. Tal diferenciação tem sido referida desde essa altura, de uma maneira geral, por considerável número de investigadores (veja-se *e.g.* Hurd, Bailey, Gongal, Yan, Greer & Pagliardini, 2008; Manning, Callow & Brunded, 2003; Phelps, 1952; Voracek, Dressler & Loibl, 2008).

De igual modo, surgiram na mesma época, relatos apontando para diferenças, ainda que muito ligeiras, nas formas das mãos entre indivíduos de várias áreas, nomeadamente matemáticos, engenheiros, artistas e escritores (Yan *et al.*, 2008). Também a título de exemplo, Voracek *et al.* (2008) fazem referência a Hans-Dieter Rösler, um investigador que empreendeu em meados da década de 1950, na Alemanha, uma série de estudos pioneiros, com uma amostra notável (cerca de 7.000 indivíduos), procurando relacionar o comprimento dos dedos com uma série de características, físicas, psicológicas ou psicossociológicas.

Porém, por alguma razão, a comunidade científica dessa época pareceu não ter sentido apelo pelo estudo desta matéria, pelo que podemos considerar (com alguma justiça e para efeitos práticos) que foi com Manning, Scutt, Wilson e Lewis-Jones, em 1998, que a investigação dos efeitos dos esteroides sexuais a nível uterino, nomeadamente sobre o desenvolvimento esquelético dos dedos, através do biomarcador 2D:4D (estabelecido por tais efeitos e a sua relação com a organização cerebral e o comportamento dos indivíduos), ganhou o interesse crescente da comunidade científica.

Manning sugeriu a partir desse influente artigo de 1998 (que acabámos de referir), publicado com os seus colegas, e posteriormente (e até à data) em numerosos outros artigos e em pelo menos dois livros, que o quociente ou *ratio* entre o comprimento dos dedos está associado aos níveis pré-natais de testosterona e estrogénio; sendo, desse modo e possivelmente um indicador de tais níveis durante esse período fundamental da organização cerebral (*e.g.* Manning, Churchill & Peters, 2007; mas veja-se também Manning, 2002 a, b; Manning *et al.*, 2003; Manning *et al.*, 2010; Manning *et al.*, 2014). De uma forma específica, Manning sugere que apesar da influência dos esteroides sexuais se manifestar no comprimento dos cinco dedos das mãos, será ao nível do comprimento do dedo indicador e do dedo anelar (na notação antropológica, segundo e quarto dedo; ou seja, 2D e 4D), respetivamente, que os efeitos provocados pela influência da exposição a tais hormonas fetais se manifestam. Sugerindo desse modo que o *ratio* 2D:4D possa ser considerado um biomarcador putativo dos níveis pré-natais de testosterona e estrogénio. Tal quociente (ou razão), como temos referido, tem sido por si apresentada e defendida numa considerável quantidade de trabalhos (individualmente ou com a colaboração de outros colegas). Muito especificamente, Manning tem defendido que o 2D:4D tende a correlacionar-se

negativamente com os níveis pré-natais de testosterona e positivamente com os níveis de estrogénio; estabelecendo-se desse modo valores típicos ou padrões de 2D:4D mais “masculinizados” no primeiro caso e padrões mais “feminizados” para o segundo caso. Isto é, perante uma exposição do embrião a níveis elevados de testosterona, o quarto dedo tende a crescer mais do que o segundo e conseqüentemente o *ratio* tenderá a ser menor do que a unidade; inversamente, na exposição do embrião a níveis elevados de estrogénio, o segundo dedo tenderá a crescer mais ou de forma igual ao quarto dedo e, conseqüentemente, o *ratio* irá ser maior ou igual à unidade (*e.g.* Brown *et al.*, 2002; Manning, 2002; Manning *et al.*, 2000; McFadden & Bracht, 2003; McFadden & Shubel, 2002; Peters *et al.*, 2002). Partindo deste pressuposto, podemos com alguma segurança afirmar que sendo os embriões e fetos masculinos mais expostos a níveis mais elevados de testosterona, tendencialmente os homens exibirão valores de 2D:4D inferiores à unidade e, simetricamente, as mulheres tenderão a revelar valores de 2D:4D iguais ou superiores à unidade; o que vai de certa forma ao encontro do que sugeria Ecker em 1875 (referido por Phelps em 1952); e daquilo que começou a ser defendido por Manning e outros a partir de 1998.

Em torno desta questão central, Manning tem vindo a sugerir ou a defender várias outras proposições ou possíveis características (que iremos desenvolver, ou somente fazer alusão, ao longo desta dissertação), nomeadamente o facto de o 2D:4D, para além de ser determinado durante o desenvolvimento intrauterino, se fixar no indivíduo após o nascimento e não sofrer grandes alterações a partir daí (veja-se *e.g.* Manning *et al.*, 1998; Manning *et al.*, 2002; Manning *et al.*, 2003). Tais proposições ou possíveis características, podemos adiantar desde já, têm sido sujeitas a diferentes níveis de aceitação e de suporte empírico. No entanto, um pouco à semelhança do que sucedeu com a chamada “Hipótese de Geschwind-Gallaburda” (a que faremos alusão mais detalhada adiante), logo após o artigo “explosivo” de Geschwind e Behan em inícios da década de 1980, também o artigo de Manning e seus colegas de 1998 veio provocar um interesse notável pelo estudo do 2D:4D, em particular, e renovar ou reforçar o interesse pelo estudo da questão das possíveis influências dos esteroides sexuais pré-natais sobre o desenvolvimento, de um modo geral¹.

¹ A título de exemplo, registaram-se em 2006 mais de 100 estudos procurando estudar possíveis associações entre o *ratio* 2D:4D e uma diversidade de comportamentos e dados fisiológicos (McIntyre, 2006); em 2008, foram publicados cerca de 180 artigos (Manning & Fink, 2008); e em 2009, o número aumentou para cerca de 280 artigos (incluindo estudos com multamostras), além de aproximadamente 70 dissertações, um pouco por todo o mundo, traduzindo dados recolhidos em 30 países (Voracek, 2009). Note-se, esses números têm vindo a aumentar progressivamente até ao presente, incluindo os anos de 2016 e 2017, cobertos pela nossa revisão à literatura.

Introdução e posição do problema

Por exemplo, para ilustrar o interesse suscitado pelo tema, podemos neste ponto introduzir a questão, perseguida por vários autores e estudos, de procurar validar o 2D:4D como um putativo biomarcador da exposição aos níveis de testosterona e estrogénio pré-natais, nomeadamente no sentido de mostrarem as suas correlações (negativas e positivas, respetivamente) com os valores medidos (veja-se por exemplo Fink, Neave, Laughton & Manning, 2006; Honekoop *et al.*, 2007; Manning, 2002; Manning, 2011; Manning & Fink, 2011; McFadden & Shubel, 2002; Voracek *et al.*, 2007) mas também no sentido de avançarem com possíveis explicações para o fenómeno.

É o caso, por exemplo, do estudo de Zheng e Cohn (realizado em 2011), ao apontar para resultados que vão no mesmo sentido de observações anteriores (nomeadamente as de Ecker em 1875, que referimos atrás). Mais especificamente, foi observado por esses autores que as hormonas sexuais (testosterona e estrogénio) estão na origem da regulação sexualmente diferenciada da rede de genes, implicada no controlo da proliferação dos condrócitos², provocando o crescimento do dedo anelar de uma forma diferenciada entre os sexos. Segundo sugerem, verificar-se-á um maior 2D:4D perante a inatividade do recetor de testosterona, partindo-se do pressuposto de que isso terá influência num menor crescimento do dedo anelar; e, inversamente, a inatividade ao nível do recetor de estrogénio, contribuirá para aumentar o crescimento do dedo anelar.

Tais observações, de certa forma, vão ao encontro das sugestões do próprio Manning, num artigo em coautoria, ao sublinhar que o 2D:4D está correlacionado de forma negativa com a sensibilidade à testosterona dos recetores de androgénio, como medido através da quantidade de repetições CAG no gene recetor de androgénios (Manning *et al.*, 2003). Ou, também Fisher *et al.* (2010), ao notarem que sujeitos com pontuações elevadas na escala relacionada com a medição dos índices de testosterona, apresentam um dedo anelar maior do que o dedo indicador; e aqueles que apresentam maior comprimento do dedo indicador ou mesmo situações de igualdade de comprimento entre os dois dedos, revelam valores mais elevados nas escalas relacionadas com o estrogénio/oxitocina³. Ou ainda, em sentido idêntico, Manning & Fink (2011), ao sublinharem que o dimorfismo sexual que se verifica ao nível 2D:4D se origina no útero, sob a influência da testosterona pré-natal e do estrogénio pré-natal, no sentido que referimos de o 2D:4D estar negativamente relacionado com a testosterona pré-natal e positivamente com o estrogénio pré-natal (ver também Fink *et al.*, 2006; Hönekopp *et al.*, 2007;

² Condrocitos são células presentes no tecido cartilaginoso

³ A oxitocina é uma hormona segregada em tecidos cerebrais e sintetizada no hipotálamo.

Manning, 2002; Manning *et al.*, 1998; Manning *et al.*, 2001; Manning, 2011; McFadden & Shubel, 2002; Voracek *et al.*, 2007).

Vários outros estudos, que (de qualquer modo) serão retomados adiante, mereceriam também nota ou menção, mas para não sobrecarregar estas palavras introdutórias, diremos para terminar este breve historial que a própria alteração anatómica e diferenciada entre os sexos que subjaz à própria razão de ser do 2D:4D (ou seja, da diferença algo padronizada entre os comprimentos do segundo e quarto dedos), foi também alvo de interesse na comunidade científica, em geral, uma vez que terá na sua origem a ação dos genes *homeobox*, neste caso concreto na formação do sistema urogenital e na formação dos dedos (Kondo *et al.*, 1997; Manning & Bundred, 2000; Manning & Fink, 2011; Manning *et al.*, 1998)⁴. Grupo de genes de grande notoriedade (se assim nos podemos exprimir) noutras disciplinas ou subdisciplinas, logo após a sua descoberta, em particular na Biologia, na Genética e na Embriologia. Matéria essa que transcende logicamente, em muito, o âmbito desta dissertação, mas que referimos aqui a título de ilustração do interesse que o 2D:4D acabou suscitando e à qual voltaremos, de forma necessariamente breve, assim como a alguns dos tópicos atrás mencionados, nas páginas que se seguem.

4. Sistemas endócrinos e relação com efeitos organizacionais

4.1. Introdução

Os sistemas hormonais endócrinos, tal como recordam Knickmeyer e Baron-Cohen (2006a; 2006b) ou como notam também Knickmeyer, Woolson, Hamer, Konneker & Gilmore (2011), fazendo referência a estudos de outros autores, estão envolvidos em todos os aspetos da gravidez, desde a implantação até à adaptação do feto à vida no exterior, incluindo (entre esses dois pólos) a formação da placenta, a adaptação materna ao embrião ou o desenvolvimento embriónico e fetal. Por outro lado, insistem os mesmos autores (2006b), as experiências realizadas em animais mostram que os esteroides sexuais (em especial os androgénios e os estrogénios) são essenciais para a diferenciação sexual, tanto do corpo, como do cérebro;

⁴ Foi justamente partindo da premissa de que os genes *homeobox* poderão ser os responsáveis pelo controlo da diferenciação do sistema urogenital, que alguns investigadores colocaram a hipótese de que também estariam envolvidos, mesmo que indiretamente, na produção da testosterona pré-natal. Por exemplo, Manning & Fink (2011) referiram que a ontogenia do sistema reprodutivo e dos dedos parecem estar ligadas através da ação do grupos de genes *homeobox* (Hox), sendo estes regulados no útero através da ação de esteroides sexuais. Sendo por outro lado sugerido que a origem da associação entre o sistema reprodutor fetal e os dedos residirá, supostamente, na produção de hormonas sexuais pelas gónadas fetais (Lutchmaya *et al.*, 2004; Manning *et al.*, 2004).

Introdução e posição do problema

podendo os seus efeitos ser permanentes e ocorrer muito precocemente (isto é, a nível intrauterino) no decorrer do desenvolvimento do indivíduo, nomeadamente em períodos críticos, nos quais os tecidos podem ser modificados por influências ambientais; ou ser transitórios, ocorrendo geralmente numa fase posterior do desenvolvimento e podendo, eventualmente, sobrepor-se aos anteriores. Chamar-se-á efeitos organizacionais aos primeiros e ativacionais aos segundos⁵.

Se a estes dados se juntarem outros dados da investigação corrente, em particular a aceitação (cada vez mais corrente, o que não quer dizer consensual) da existência de diferenças entre o sexo masculino e o sexo feminino a nível das estruturas cerebrais e das capacidades cognitivas e por outro lado, a massa crescente de estudos empíricos que (como notam ainda Knickmeyer e Baron-Cohen, 2006b; mas veja-se também Knickmeyer, Baron-Cohen, Raggatt, Taylor & Hackett, 2006), deixam perceber que a testosterona fetal, em mamíferos não humanos, exerce influência (desempenhando um papel crítico) relativamente à anatomia cerebral (tendo em conta nomeadamente estruturas e sistemas como o hipotálamo, o sistema límbico e o neocórtex [veja-se ainda Ciumas, Hirschberg & Savic, 2009]), afetando também comportamentos (como a agressão) e capacidades cognitivas consideradas sexualmente dimórficas, como por exemplo o raciocínio espacial (veja-se também *e.g.* Auveung, Knickmeyer, Ashwin, Taylor, Hackett, & Baron-Cohen, 2012; Bull & Benson, 2006), encontraremos razões suficientes que justificam o grande interesse e atividade que se tem vindo a verificar nesta área⁶.

Dito por outras palavras, como por exemplo sublinham Kempel, Gohlke, Klempau, Zinsberger, Reuter e Hennig (2005), o surgimento nos últimos anos de numerosos estudos procurando investigar possíveis relações entre os níveis fetais de hormonas sexuais e o desempenho

⁵ Note-se, contudo, e desde já que esta distinção é algo simplista, nomeadamente porque algumas hormonas podem exercer efeitos organizacionais por um período alargado de tempo ou mesmo manterem-se *permanentes* durante a vida dos indivíduos (Manning, 2011; Voracek, Dressler & Manning, 2007).

⁶ Com efeito, tem sido notado que uma maior exposição intrauterina à testosterona, poderá desenvolver um cérebro dito “masculinizado”; o que por sua vez, irá propiciar (entre outros aspetos) comportamentos masculinos (Cotman & McGaugh, 1980) e uma maior capacidade no desempenho de atividades relacionadas com a orientação no espaço, nomeadamente visuo-espaciais, rotação mental de objetos e navegação espacial (veja-se *e.g.* Burton, Henninguer & Hafetz, 2005; Collaer, Reimers & Manning, 2007; Csathó *et al.*, 2003b; Peters, Manning & Reimers, 2007; Sanders, Bereczkei, Csathó & Manning, 2005; Tester & Campbell, 2007); tal exposição ao androgénio propiciará a funcionalidade do sistema imunológico e a eficiência do desempenho cardiovascular em atletas de alta velocidade (veja-se *e.g.* Manning & Bundred, 2000; Manning, Callow & Bundred, 2003; Manning, Henzi & Bundred, 2001), a depressão e o autismo nos homens (Bailey & Hurd, 2005; Manning *et al.*, 2001; Martin, Manning & Dowrick, 1999); também e embora ainda rodeado de alguma controvérsia, tem sido comentado estar relacionado com a orientação sexual (tema que será desenvolvido adiante) (veja-se *e.g.* Csathó *et al.*, 2003a; Hall & Love, 2003; Kraemer *et al.*, 2006; Lippa, 2003; Manning & Robinson, 2003; Rahman & Wilson, 2003; Voracek, Manning & Ponocny, 2005; Williams *et al.*, 2000).

cognitivo. Estudos que, por um lado, começam por se inscrever no paradigma geral (ou seja, a hipótese da existência de efeitos dos esteroides sexuais perinatais no desenvolvimento do cérebro), mas que, por outro lado, acabam reforçando-o, uma vez que têm vindo a revelar (ainda segundo Kempel *et al.*, 2005) uma relação (genericamente) curvilínea entre a testosterona fetal e o desempenho cognitivo, no sentido em que níveis mais elevados de uma (da testosterona) tendem a associarem-se a um maior desempenho do outro; e vice-versa⁷. O mesmo se poderá afirmar acerca de outros desempenhos (por exemplo desportivo) ou de aspetos como a tomada de decisão, tópicos que serão desenvolvidos mais à frente.

Parece ser ainda demasiado cedo para se traçarem com segurança conclusões, mais ou menos definitivas, numa área como esta que, aliás, se encontra em plena expansão. Pelo contrário, dentro do paradigma geral atrás enunciado, surgem quase a todo o momento, além de um número considerável de novos estudos, novas linhas de investigação, novas hipóteses, e novas conjecturas acerca dos possíveis efeitos dos esteroides sexuais perinatais no desenvolvimento do cérebro; ou, naquilo que mais direta e especificamente diz respeito a esta dissertação, acerca da razão 2D:4D como putativo biomarcador, sexualmente dimórfico, dos possíveis efeitos organizacionais dos esteroides sexuais pré-natais sobre o cérebro e o comportamento. O método de medir o comprimento dos dedos das mãos (extraído de tal medida um quociente e, nesse sentido, um indicador), em torno do qual se articula o presente estudo, faz parte desse paradigma geral, ele próprio em expansão e em constante reformulação e aperfeiçoamento. Este método é, além disso, uma pista de investigação relativamente recente, tendo surgido, na presente forma, há cerca de duas décadas, mais concretamente como já anteriormente referido, em 1998 sob a égide de John Manning. Por outro lado, é acima de tudo, enquanto forma indireta e instrumental de atingir (eventualmente) o conhecimento de algo, um método necessariamente imperfeito e obrigatoriamente sujeito a diversas precauções. Como se verá, tem sido alvo de diversas críticas e tem, por vezes, gerado resultados negativos, inconsistentes ou mesmo discutíveis. Pela sua importância, como contributo para o aperfeiçoamento e desenvolvimento do conhecimento, será dada atenção, ao longo desta tese, aos aspetos críticos. Aliás, o mesmo acontece, em graus diferentes, com toda esta área e, em particular, com a denominada “Hipótese Geschwind-Galaburda” que de algum modo, com ou sem mérito, esteve na origem de muito do interesse recente pelo estudo neuropsicológico de uma série de características físicas,

⁷ A título meramente ilustrativo desta possível relação, Henninger e Hafetz (2005) apontam o estudo de Tan e Tan, realizado na década de 1980, no qual foi obtida, em ambos os sexos, uma relação curvilínea entre as pontuações alcançadas no “*Intelligence Test of Cattell Culture Fair*” e os níveis de testosterona, recolhidos através de amostras de sangue.

organizacionais, comportamentais ou cognitivas, do sujeito humano e das suas possíveis relações com o androgénio fetal. Tais características manifestam um desenvolvimento diferenciado entre sexos, dependendo das influências hormonais, particularmente, das variações do nível de testosterona durante o desenvolvimento (Geschwind & Galaburda, 1985a).

4.1.1. A “Hipótese Geschwind-Galaburda” e o “Modelo GBG”

Naturalmente, não é objetivo desta revisão bibliográfica efetuar um resumo histórico minucioso do estudo dos possíveis efeitos dos esteroides sexuais pré-natais, particularmente da testosterona fetal, no desenvolvimento da organização cerebral e dos consequentes desempenhos comportamentais, nomeadamente no que diz respeito à envolvimento das capacidades cognitivas. Visará, contudo, ajudar-nos meramente a contextualizar, fundamentar e justificar a utilização de uma estratégia possível para esse estudo. Tal estratégia, como já anteriormente foi referido, é indireta e consiste na medição dos dedos da mão, mais exatamente do dedo indicador e dedo anelar, e no estabelecimento de uma razão (ou quociente) entre os respetivos comprimentos; razão essa comumente designada por “*ratio* 2D:4D” (ou apenas 2D:4D) e que, é apontada (por um número considerável de literatura) como sendo um biomarcador putativo dos índices de exposição às hormonas sexuais pré-natais, nomeadamente à testosterona e aos estrogénios fetais.

Compreende-se pois que, neste âmbito, a denominada “Hipótese Geschwind-Galaburda” assume uma importância particularmente relevante; desde logo porque, de algum modo, se pode considerar ter sido a “pedra de toque” de numerosos estudos que têm vindo a ser efetuados nesta área; mas sobretudo porque muitas das pesquisas efetuadas sobre o 2D:4D se apoiam nesse modelo, ou a ele se reportam, com a finalidade de justificar, fundamentar ou contextualizar a sua razão de ser (veja-se *e.g.* Beaton *et al.*, 2011; Bull & Benson, 2006; Burton, Henninger & Hafetz, 2010; Manning *et al.*, 1998). Nesse sentido, parece ser proveitoso traçar em breves linhas os aspetos mais relevantes (para efeitos desta tese) desse modelo, ao qual fizemos diversas referências no capítulo dedicado ao 2D:4D.

Norman Geschwind (1926-1984), considerado por alguns dos seus pares (*e.g.* Devinsky, 2009)⁸ como um dos investigadores que ajudou a ressuscitar o estudo académico do cérebro e do comportamento e, mais especificamente, como a força intelectual crítica que esteve por trás da

⁸ Veja-se também este obituário (Damásio & Galaburda, 1985) de Geschwind, escrito em parte por António Damásio, de quem Geschwind foi de algum modo mentor e influência.

emergência da Neuropsicologia e da Neurologia do Comportamento (termo que, aliás, cunhou) como disciplinas importantes na década de 1960 e 1970, publicou em 1982, juntamente com Peter Behan, um pequeno artigo *explosivo*; ou, utilizando uma linguagem menos metafórica, um pequeno artigo que, referem Bryden *et al.* (1994), teve um impacto imediato e notável na comunidade ligada ao estudo da Neuropsicologia. Como notaram estes últimos autores, a impressão que causou foi principalmente devida à proposição radical de que a lateralização cerebral está intimamente ligada a níveis de testosterona fetal e com o funcionamento dos sistemas imunitários fetal e adulto, podendo dessa forma explicar um surpreendente leque de associações putativas entre a dominância da mão esquerda e várias afeções.

No mesmo ano, Albert Galaburda, publicou (juntamente com David Eidelberg) os resultados de um estudo (efetuado no departamento de Geschwind), descrevendo várias anomalias⁹ no hemisfério cerebral esquerdo de um sujeito diagnosticado com dislexia (Galaburda & Eidelberg, 1982). Estudo esse que, de algum modo, veio apoiar a proposição radical de Geschwind e Behan (1982), ao associar padrões pouco habituais de dominância hemisférica com a incidência de problemas de aprendizagem e a dominância da mão esquerda.

Estas duas publicações de 1982 foram seguidas de um conjunto de três artigos, longos e complexos conforme os caracterizam Bryden *et al.* (1994), sobre a lateralização cerebral, publicados (postumamente, no caso do primeiro autor) por Geschwind e Galaburda em 1985 nos *Archives of Neurology*, nos quais, basicamente, os autores apresentavam “um conjunto de hipóteses acerca dos mecanismos biológicos da lateralização, ou seja, dos processos que conduzem a um sistema nervoso assimétrico” (Geschwind & Galaburda, 1985a).

Tal conjunto de hipóteses, que veio a ficar conhecido como a “Hipótese Geschwind-Galaburda”, ainda hoje uma das mais reconhecidas entre a comunidade científica no que diz respeito à lateralização cerebral, ou dominância cerebral (Hurd *et al.*, 2008), postula (muito sinteticamente) que perante determinadas condições do ambiente hormonal, às quais o feto está exposto, é possível ocorrer um desenvolvimento diferenciado dos hemisférios cerebrais. Tal fenómeno seria provocado pelos níveis pré-natais de testosterona e posterior “à determinação das características sexuais primárias do feto e ao início da circulação das hormonas fetais” (Pereira, 1998). De uma forma global, se os níveis de testosterona pré-natal são elevados, o tecido cerebral é masculinizado, se são baixos, o tecido é feminizado (Collaer & Hines, 1995;

⁹ Para uma síntese de tais anomalias, veja-se *e.g.* Sherman, Galaburda & Geschwind (1985).

Introdução e posição do problema

Cotman & McGaugh, 1980)¹⁰. De uma forma específica, os dois hemisférios do cérebro crescem a diferentes ritmos, dependendo cada um do momento em que são expostos aos níveis pré-natais de testosterona (Kallai *et al.*, 2005). Segundo Geschwind e Galaburda (1985b), a testosterona intrauterina atrasa o desenvolvimento neuronal do hemisfério esquerdo e tal lentificação é acompanhada pelo desenvolvimento hipertrófico do hemisfério direito (como um processo compensatório). Nas palavras dos próprios autores: “de acordo com a nossa hipótese, o crescimento lentificado em certas zonas do hemisfério esquerdo resulta, provavelmente, no alargamento de outras regiões corticais, em particular a área homóloga contralateral, mas também áreas adjacentes não afetadas” (Geschwind & Galaburda, 1985b, p.521). A forma diferenciada do desenvolvimento dos hemisférios comentada anteriormente, manifesta-se principalmente na região esquerda posterior do córtex cerebral, numa área relacionada com a região cortical temporal. O referido crescimento diferencial, reflete-se sobretudo na região esquerda posterior do córtex cerebral, numa área que está associada ao *planum* temporal. O resultado final do desenvolvimento irregular dos dois hemisférios reflete-se na dominância cerebral direita que, na maioria dos sujeitos, coincide com uma preferência e domínio da mão esquerda (Pereira, 1998)¹¹.

A “Hipótese Geschwind-Galaburda”, inicialmente formulada nos três artigos já anteriormente referidos (posteriormente compilados num livro)¹², rapidamente evoluiu, passando entretanto a ser conhecida como “Modelo de Lateralização Cerebral Geschwind-Behan-Galaburda” (ou, mais simplesmente, “Modelo GBG”) e, sobretudo, como referem (criticamente) Bryden *et al.* (1994), a articular-se como uma teoria complexa, de largo espectro, abarcando um imenso número de fenómenos neuropsicológicos e biológicos, clamando um suporte empírico maciço da parte de

¹⁰ Tal como se viu anteriormente, esta tendência genérica caracteriza igualmente, enquanto tendência, a relação entre os comprimentos dos dedos indicador (2D) e anelar (4D).

¹¹ Geschwind e Galaburda apontam um segundo efeito da testosterona intrauterina, para além do efeito de atrasar o crescimento do hemisfério esquerdo: a propensão para doenças autoimunes, referindo (em seu suporte) diversos estudos, realizados com animais, que indicam poder a testosterona provocar atrasos no desenvolvimento dos órgãos que constituem o sistema imunológico; e sugerindo, nesse sentido, associações entre o canhotismo e as doenças imunológicas e entre o canhotismo e perturbações linguísticas (dislexia, gaguez), o que seria confirmado por uma série de dados, nomeadamente através estudos comparativos entre sujeitos destros e esquerdinos que revelariam, entre estes últimos, um maior número de doenças imunológicas e um maior número de dificuldades de aprendizagem e de enxaquecas (Pereira, 1998). Porém, críticos vários, incluindo Bryden *et al.* (1994), apontam precisamente (à data da publicação dos três artigos *princeps* de Geschwind e Galaburda) a escassez de estudos empíricos em número suficiente como uma das falhas maiores do modelo. A situação neste aspeto, como se verá adiante, evoluiu um pouco. Note-se ainda que Geschwind e Galaburda conjecturaram que, pelo facto de os fetos masculinos estarem expostos a níveis mais elevados de testosterona, também se poderia esperar uma maior proporção de sujeitos deste sexo a manifestarem canhotismo, perturbações linguísticas (dislexia, gaguez), autismo, doenças imunológicas e outras perturbações associadas a problemas de desenvolvimento no hemisfério esquerdo (Pereira, 1998).

¹² *Cerebral lateralization*, editado em 1987, pela MIT Press.

uma dúzia de subdisciplinas científicas e aparentando ter algo de importante a dizer sobre quase todo e qualquer aspeto da Neuropsicologia.

Efetivamente, o “Modelo GBG” suscitou um grande entusiasmo, desde o artigo inicial de Geschwind e Behan, primeiro na comunidade científica (refletindo-se num grande número de citações e investigações), e depois, notam ainda Bryden *et al.* (1994), no público em geral, movimento este que foi acompanhado pela popularização de uma série de proposições discutíveis, ou simplesmente erradas, sobre as putativas características dos esquerditos. Mas suscitou igualmente algumas críticas, por vezes duras. Resumidamente, tornou-se, utilizando as palavras de Cornish (1996), uma teoria dominante, mas controversa.

Tal como se afirmou no início deste tópico, não se pretende fazer aqui mais do que um esboço do modelo de Geschwind, Behan e Galaburda, salientando somente os pressupostos básicos — e somente naquilo que se prende mais diretamente com o objeto de estudo desta dissertação. Contudo, tal esboço ficaria demasiado incompleto se não fossem registados, pelo menos, os dois pontos nodais nas críticas¹³ que lhe foram apontadas: por um lado, trata-se de um modelo muito geral, muito inclusivo e demasiado complexo para ser testado; por outro lado, fundamenta-se em dados empíricos (determinação de associação entre duas variáveis) demasiadamente simplistas e que exigiriam condições experimentais mais evoluídas — em especial, o facto de o papel atribuído à testosterona ainda não ter sido devidamente comprovado no que diz respeito à dominância lateral ou à postulada relação causal entre aspetos anatómicos e funcionais da assimetria cerebral. Dito de outra forma, o modelo não é apoiado pelos escassos estudos que existem, nomeadamente acerca das relações entre dominância lateral e os níveis pré-natais de testosterona (Pereira, 1998; mas veja-se também *e.g.* Cornish, 1996; Habib, 1995; Obrzut, 1994).

Esta última grande crítica começou por ser muito presente na literatura, logo após a publicação dos três artigos nos *Archives of Neurology*. No entanto, tem vindo gradualmente a perder parte da relevância que teve inicialmente, à medida que, por um lado, o número de estudos orientados pelas premissas do modelo aumentou; aumento (em quantidade) que, por outro lado, foi acompanhado por um aumento na sua (salvo seja) qualidade, devido sobretudo aos progressos tecnológicos notáveis ocorridos, entretanto. Efetivamente, como refere Pueyo (1998) a propósito das pesquisas sobre diferenças sexuais na lateralização cerebral, as técnicas

¹³ Para uma avaliação extensa e crítica do modelo, embora um tanto datada no que diz respeito à questão da existência ou não de suporte empírico, consulte-se o extenso, circunstanciado e praticamente obrigatório artigo de Bryden *et al.* (1994).

Introdução e posição do problema

desenvolvidas nos últimos anos, que permitiram o estudo das estruturas cerebrais de forma não-invasiva, alcançaram um tal grau de resolução, que se tornou possível fazer estudos muito precisos sobre as diferenças anatômico-funcionais do cérebro entre homens e mulheres¹⁴; estudos focados, por exemplo, em regiões cada vez mais pequenas do cérebro ou em dimensões até há relativamente poucos anos inacessíveis (exceto através de autópsia), como a volumetria (obtida através de ressonância magnética) utilizada, também a título de exemplo, por Kallai *et al.* (2005) para estudar sub-regiões do hipocampo.

De um modo geral, aquilo que tais estudos têm sugerido (ou confirmado), é, por um lado, que a cognição é lateralizada (no sentido em que cada hemisfério domina uma área mais ou menos precisa da cognição), embora se tenha que ter em conta a grande variabilidade subjacente a tal (algo grosseira) dicotomia; e que tal variabilidade depende dos requisitos da tarefa concreta em jogo (Brosnan, 2008). Por outro lado, que os sujeitos expostos a quantidades elevadas de testosterona fetal tendem a exibir (entre outras características, não necessariamente cognitivas) pontuações superiores nas tarefas que envolvem capacidades espaciais e numéricas, características do hemisfério direito; e que, simetricamente, sujeitos expostos a quantidades reduzidas da mesma hormona, tendem a obter pontuações mais elevadas nas provas referentes às capacidades verbais; o que, indiretamente poderá confirmar a proposição, presente no Modelo GBG, de que níveis elevados de testosterona pré-natal podem reduzir o crescimento de certas áreas do hemisfério esquerdo (dependendo do período de tempo de exposição a esse androgénio) e facultam, em simultâneo, o crescimento das áreas homólogas do hemisfério direito. Sem que, no entanto, se possa perder de vista que, no atual estado de conhecimentos, seja qual for a magnitude dos efeitos dos esteroides sexuais, mesmo admitindo que fosse muito grande, não se sabe ainda até que ponto é que tais efeitos são inalteráveis; ou, pelo contrário, podem ser alterados por fatores ambientais (incluindo, por exemplo, o tipo de cuidados maternos) ou psicossociais (Collaer & Hines, 1995).

Analogamente, o Modelo GBG tem também recebido algum apoio empírico por parte de estudos realizados com animais de laboratório. Halpern (1997) menciona a este respeito, e a título de ilustração, estudos feitos com ratos, aos quais se administrou (durante o desenvolvimento fetal)

¹⁴ Embora não existam diferenças anatômicas de grande proporção entre homens e mulheres, defende o mesmo autor, é atualmente aceitável considerar que existem diferenças sexuais na lateralização cerebral; e que os homens tendem a exibir hemisférios cerebrais mais assimétricos, tendendo o hemisfério esquerdo a ser menor; o que, por sua vez, se refletirá no facto verificado de os homens tenderem a ser mais capazes nas tarefas mediadas pelo hemisfério direito (*e.g.* visuo-espaciais, matemáticas) e menos capazes nas tarefas mediadas pelo hemisfério esquerdo (*e.g.* verbais) (Pueyo, 1998).

testosterona, verificando-se (tendencialmente) um aumento na espessura do hemisfério direito nos machos e, simetricamente, do hemisfério esquerdo nas fêmeas¹⁵. Ou seja, nestes casos, a testosterona parece ter claramente efeitos assimétricos no desenvolvimento do cérebro dos fetos masculinos e femininos. Tal como o terá, nota ainda Halpern (1997), pela sua presença em excesso ou pela sua ausência, em regiões específicas do cérebro: os resultados das investigações sugerem por exemplo que “masculiniza” o corpo caloso feminino (quando administrada a fêmeas recém-nascidas), embora a sua ausência (obtida através de castração) pareça ter apenas um efeito ligeiro sobre o corpo caloso dos machos¹⁶.

Poder-se-iam acrescentar outros estudos realizados no mesmo âmbito, contudo é crucial enfatizar que os estudos laboratoriais com animais não passam, como se verá já a seguir, de uma estratégia, uma forma indireta de se estudar os possíveis efeitos da testosterona fetal (ou de outros esteroides sexuais) no desenvolvimento cerebral. Tal como se referiu no início deste capítulo, são uma (entre outras) forma possível e, desde que sujeita a exame crítico, válida de procurar novos conhecimentos; mas uma forma, ao mesmo tempo, intrinsecamente imperfeita e necessariamente sujeita a caução; um último recurso, utilizável especialmente em todas as situações nas quais não seja de todo possível, ou somente exequível, proceder de outra forma.

5. Estudo do 2D:4D em outras espécies animais

Nos animais vertebrados, o 2D:4D tem sido referido como correlacionando-se com características dependentes do efeito de hormonas sexuais. Com efeito, relações semelhantes entre os comprimentos relativos dos dedos e traços relacionados com hormonas sexuais, têm sido encontrados em várias espécies de répteis, anfíbios, aves e mamíferos (*e.g.* Brown *et al.*, 2002; Burley & Foster, 2004; Leoni *et al.*, 2005; Chang *et al.*, 2006). Quanto ao mecanismo que se presume subjacente na ligação do *ratio* a estas hormonas sexuais, um conjunto significativo de estudos tem sugerido que durante a fase de desenvolvimento embrionário, os níveis de

¹⁵ A título de curiosidade, refira-se que Halpern (1997) assinala que nestes estudos se descobriu igualmente que as hormonas pré-natais femininas afetaram o tamanho do corpo caloso, desacreditando o mito de longa data de que as hormonas ováricas pré-natais não influenciam o desenvolvimento do cérebro.

¹⁶ Igualmente a título de curiosidade (cf. a nota anterior), Halpern (1997) assinala que no que diz respeito ao corpo caloso da espécie humana, tem havido muita controvérsia quanto ao seu dimorfismo sexual. As pesquisas que descobriram diferenças sexuais no corpo caloso, têm sugerido que o corpo caloso é maior nas mulheres e que as diferenças são maiores nas porções posteriores de tal estrutura cerebral. Nesta linha, uma vez que o corpo caloso faz a ligação entre os dois hemisférios, todos estes resultados poderiam ser usados para suportar a ideia de que os cérebros femininos são menos lateralizados do que os cérebros masculinos, porque os dois hemisférios «comunicam» mais efetivamente sobre um corpo caloso maior; e, deste modo, apoiariam a teoria de Geschwind e Galaburda (Halpern, 1997).

Introdução e posição do problema

testosterona ou de estrogénios podem intervir, através dos seus recetores, sobre os níveis de transcrição de genes HOX, afetando o desenvolvimento dos dedos, podendo dessa forma influenciar o comprimento relativo dos mesmos (Buck *et al.*, 2003; Forstmeier *et al.*, 2010; Manning *et al.*, 1998). Os esteroides sexuais endógenos têm sido igualmente referidos como modeladores diretamente da expressão de genes HOX no aparelho reprodutivo (ver *e.g.* Block *et al.*, 2000; Cermik *et al.*, 2001 e 2003; Taylor *et al.*, 1999). Parece, mais especificamente, existir algum consenso de que os genes HOX desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de vários órgãos e estruturas nas espécies de vertebrados, nomeadamente do sistema nervoso central, esqueleto axial, membros, intestino, aparelho urogenital e genitais externos (Buck *et al.*, 2003; Goodman & Schambler, 2001; Manning *et al.*, 1998; Kimita *et al.*, 2005). Sendo que, segundo Goodman & Schambler (2001), o papel destes genes no desenvolvimento dos sistemas é desempenhado durante a morfogénese embrionária. Também Quinonez & Innis (2014) observam que os genes HOX são um grupo de genes evolutivamente conservados, que codificam uma família de fatores de transcrição que regulam processos morfogenéticos de desenvolvimento precoce e continuam a ser expressos na idade adulta¹⁷.

Poderemos, à partida, inferir da necessidade e importância que têm os genes HOXA a HOXD do *cluster* vertebrado para o desenvolvimento adequado dos membros, nomeadamente ao nível esquelético (Kmita *et al.*, 2005), para a determinação do 2D:4D, uma vez que nos seres humanos a perda de função de mutações de HOX A-13 origina o encurtamento dos dígitos (Buck *et al.*, 2003). E de forma idêntica, segundo Buck *et al.* (2003), as mutações de HOX D-11 e HOX A-13 originam fenótipos caracterizados por anormalidades esqueléticas. Dadas as semelhanças da função dos genes HOX na generalidade das espécies animais e particularmente nos mamíferos, ao nível do papel que desenvolvem, nomeadamente na diferenciação do sistema esquelético (Buck *et al.*, 2003) e da sua ligação com as hormonas sexuais durante o processo embrionário que supostamente influenciarão a sua expressão (Buck *et al.*, 2003; Manning *et al.*, 1998), tem-se

¹⁷ A este respeito Taylor (2002), refere que tais genes estão altamente conservados evolucionariamente e apesar das espécies animais diferirem largamente na aparência, os genes ortólogos (isto é, genes originados de um único gene do último ancestral comum entre as espécies) são altamente conservados. Nos vertebrados, os genes HOX exibem uma colinearidade espacial e temporal na expressão ao longo do eixo anterior-posterior, organizados em quatro grupos distintos de genes parálogos (ou seja, genes originados por duplicação antes ou depois da especiação e que podem possuir ou não o mesmo papel biológico) que vão do HOXA a HOXD (veja-se *e.g.* Quinonez & Innis, 2014; Rolian *et al.* 2014; Taylor, 2002). Assim, tendo sido inicialmente descobertos na mosca da fruta (*Drosophila*) e posteriormente em todo o reino animal (Goodman & Schambler, 2001), tem sido observado que especificamente nos seres humanos e ratos, há um total de 39 Genes Hox, que se acredita terem tido origem num único aglomerado ancestral por duplicação e divergência (Goodman & Schambler, 2001; Taylor, 2002).

tornado relevante o estudo do 2D:4D em outras espécies animais e não apenas nos seres humanos.

Ou seja, como se pode deduzir, o interesse do estudo do 2D:4D ultrapassou os seres humanos e tem sido cada vez mais aplicado em estudos com animais (Lombardo & Thorpe, 2008). Entre outros, têm sido realizados estudos com anfíbios e répteis, tais como rãs e lagartos (Chang *et al.*, 2006; Drenzo & Stynosky, 2012; Lombardo & Thorpe, 2008; Tobler, Healey & Olsson, (2012); aves, como os tentilhões-zebra (Burley & Foster, 2004; Forstmeier, Mueller & Kempnaers, 2010; Hurd *et al.*, 2008); roedores, tais como ratos domésticos, do campo, do bosque e de laboratório (Brown, Finn & Breedlove, 2002; Hurd *et al.*, 2008; Leoni, Canova & Saino, 2005; McMechan, Morrison & Hannigan, 2004; Talarovičová, Kršková & Blažeková, 2009; Zheng & Cohn, 2011); com primatas, nomeadamente, babuínos, orangotangos, gorilas, chimpanzés e gibões (McFaden & Bracht, 2003, 2005; McIntyre *et al.*, 2009; Nelson *et al.*, 2010; Nelson & Shultz, 2009; Nelson & Voracek, 2009).

Em termos genéricos, embora os resultados encontrados possam ser nalguns casos inconsistentes, têm sugerido a existência de algumas semelhanças nas características do 2D:4D entre os seres humanos e outras espécies animais e a possibilidade de, também nessas outras espécies, ser um traço sexualmente dimórfico (Drenzo & Stynosky, 2012; Leoni *et al.*, 2005; McIntyre, 2009; Nelson & Shultz, 2010; Nelson & Voracek, 2010; Talarovičová, Kršková & Blažeková, 2009).

Por exemplo, com o propósito de determinar o dimorfismo sexual em lagartos verdes e a possibilidade de os resultados serem reproduzíveis em dois laboratórios diferentes, Chang *et al.* (2006) observaram a existência de 2D:4D dimórfico e a repetibilidade entre laboratórios, sugerindo, por essa razão, ser importante continuar a verificar se a repetibilidade 2D:4D, ou outra relação de comprimento de dedos, poderá ser utilizada como um potencial indicador da exposição precoce a esteroides. Contrariando de certa forma tais observações, Lombardo e Thorpe (2008) referem que os resultados por si observados não são coincidentes com os resultados de Chang *et al.* (2006). Esses autores notaram que os seus resultados não apoiam as previsões de Manning (2002), de que os tetrápodes masculinos deveriam ter um 2D:4D menor do que os femininos, devido ao facto de estarem mais expostos a níveis mais elevados de androgénios durante o desenvolvimento embrionário.

Porém, outro estudo, examinando a possibilidade de um dimorfismo sexual no 2D:4D em rãs e lagartos, machos e fêmeas, refere que os resultados encontrados suportam a existência de um

Introdução e posição do problema

dimorfismo sexual em anfíbios e lagartos, adicionando ao conhecimento desta matéria a padronização de tal característica entre tetrápodes (Direnzo & Stynosky, 2012).

Também num outro estudo com lagartos-dragão machos, embora utilizando a relação entre o terceiro dedo e o quarto dedo (3D:4D), que examinou a possibilidade deste quociente se poder apresentar como um mecanismo comum, subjacente ao tempo (ou capacidade) de resistência a nadar¹⁸ e ao comportamento antipredador, Tobler *et al.* (2012) referem que o 3D:4D permitiu prever comportamentos antipredador. Isto é, segundo estes autores, os lagartos que apresentavam um maior 3D:4D tinham um menor tempo de resposta à fuga; sendo que no que diz respeito à resistência não foi encontrada associação com 3D: 4D.

Estudos com aves, nomeadamente com tentilhões zebra, têm referido a possibilidade de o 2D:4D poder vir a ser uma ferramenta útil para lidar com uma ampla gama de questões sobre a diferenciação e comportamento dos vertebrados (Burley & Foster, 2004). Segundo Burley & Foster (2004), os *ratios* elevados nos tentilhões zebra são responsáveis na preferência feminina por machos atraentes fortes. Ainda no estudo desta espécie de ave, Forstmeier, Mueller & Kempnaers (2010), sublinham não terem encontrado associações entre os *ratios*, os comportamentos de acasalamento e polimorfismo no gene recetor de androgénio; polimorfismo que foi encontrado no gene recetor de estrogénio, verificando-se estar associado ao comportamento de emparelhamento entre machos e fêmeas.

Em relação aos roedores os resultados dos estudos nesta matéria, no sentido de procurar semelhanças com os humanos ou não, têm-se revelado menos consistentes. Dito de outra forma, Brown *et al.* (2002) referem que, tal como na espécie humana, os ratos machos tendem a apresentar um 2D:4D menor do que as fêmeas, embora só nas patas traseiras, sendo esta diferença observada tanto nos ratos adultos como em ratos pré-púberes. Segundo estes autores, tal diferença será assim estabelecida antes da puberdade, pressupondo-se que os níveis de testosterona na idade adulta não terão responsabilidade no dimorfismo sexual. Pelo contrário, Hurd *et al.* (2008) referem não ter encontrado no *ratio* dos ratos qualquer dimorfismo sexual. Já Manning *et al.* (2003) sugerem que o 2D:4D das mãos e pés em seres humanos e nos ratos é sexualmente dimórfico e pode estar correlacionado com muitas doenças dependentes do sexo.

¹⁸ Segundo Tobler *et al.* (2012) quando um lagarto parou de nadar, foi batido de leve num lado do corpo para incentivá-lo a continuar. Quando o lagarto não retomou a natação após três toques consecutivos, o julgamento foi encerrado. O tempo até que o lagarto parou de nadar foi tomado como uma estimativa da resistência. Este método tem sido mostrado previamente para dar medidas repetíveis (Uller & Olsson, 2003a,b).

No seguimento das suas observações, McFaden *et al.* (2004) referem que, embora a especificidade de qualquer padrão particular de mudança no *ratio* dos dedos para uma potencial perturbação endócrina continue por determinar, uma simples medida morfológica periférica poderá servir como um biomarcador confiável para o comprometimento hormonal perinatal em roedores e seres humanos.

Neste âmbito, também Zheng & Cohn (2011) estudando ratos, sugerem que o 2D:4D se correlaciona com condições fisiológicas e comportamentais, podendo servir como um indicador de sinalização endócrina perturbada durante o desenvolvimento precoce, o que poderá ajudar na identificação da origem embrionária ou fetal de doenças em adulto.

Num outro estudo, que pretendeu de igual modo avaliar o dimorfismo sexual no 2D:4D do comprimento das falanges e metacarpos em ratos, Leoni, Canova e Saino (2005) sugerem que a variação sexual encontrada nos *ratios* do comprimento dos segmentos dos dedos em mamíferos pode depender do comprimento relativo do osso, e que “outras espécies podem ser utilizadas para investigar as causas e as implicações semióticas da variação dos *ratios* dos dedos humanos”. Desta forma, apesar de haver ainda inconsistências e existir a necessidade de mais investigação, os *ratios* dos dedos dos ratos podem ser úteis para estudar fatores que influenciam o padrão de comprimento dos dedos (Brown, Finn & Breedlove, 2002). Estes autores sugerem que o dimorfismo sexual nas proporções de comprimento dos dedos é uma característica comum a muitos, se não todos, os mamíferos.

No que respeita aos estudos realizados com primatas, dado existir alguma proximidade filogénica com a espécie humana, leva a que, como salientam Nelson e Shultz (2010), haja uma relativa aceitação sobre a possibilidade da existência de semelhanças físicas e comportamentais entre as várias espécies, dentro da ordem dos primatas, e os seres humanos. Estas autoras, no seu estudo com grandes e pequenos primatas, verificaram que o *ratio* tende a expressar-se na mesma linha de orientação da espécie humana, isto é, os machos tendiam a apresentar valores menores do que as fêmeas. Sendo suposto que a exposição ao androgénio durante o desenvolvimento pré-natal afeta o tamanho relativo dos ossos das extremidades em seres humanos, mas também em babuínos, fêmeas e machos (McFaden & Bracht, 2003). McFaden & Bracht (2003), sublinham mesmo que “os tamanhos relativos dos ossos da mão e do pé, podem fornecer informações suplementares úteis sobre as relações entre as espécies, valendo assim a pena, o estudo dos ossos da mão e do pé em outros primatas e mamíferos”.

Por seu lado, num outro estudo centrado na avaliação de diferenças sexuais no comprimento relativo de metacarpos e metatarsos de gorilas e chimpanzés, McFaden *et al.* (2005) sugerem

Introdução e posição do problema

que tanto os gorilas como os chimpanzés, são aparentemente afetados pelo desenvolvimento de mecanismos, possivelmente androgénicos, similares ao dos seres humanos. Examinando a herdabilidade do 2D:4D em macacos *rhesus*, com base na semelhança de díades mãe/bebé, com o intuito de verificarem a sua comparabilidade com os valores na espécie humana, Nelson & Voracek (2009) notaram que nos resultados encontrados a semelhança familiar em macacos *rhesus* também é forte; estando as estimativas de herdabilidade dentro do intervalo das estimativas provenientes de estudos em seres humanos.

Também McIntyre *et al.* (2009), notaram que ainda que as diferenças no 2D:4D entre os chimpanzés comuns, os bonobos e a espécie humana possam resultar de adaptações funcionais divergentes ou, indiretamente, das diferenças nas proporções do corpo, ou ainda das diferenças no comportamento sexual, provavelmente, será possível através do 2D:4D recolher informação sobre a ontogenia das diferenças sexuais entre a espécie do género *Homo* e as espécies do género *Pan*.

Concluindo, alguns autores como McFaden *et al.* (2005) sublinham a importância dos estudos com animais na avaliação dos efeitos da exposição aos androgénios e a sua associação com fatores durante o desenvolvimento, os quais poderão assimilar-se aos dos seres humanos. Também Knickmeyer *et al.* (2006) sugerem que em animais, a testosterona fetal desempenha um papel central na organização do cérebro e, mais tarde, no comportamento social. Sendo que mais recentemente, dando seguimento a esta ideia, Knickmeyer *et al.* (2015) voltaram a sublinhar que “os modelos animais fornecem evidências convincentes de que as hormonas sexuais, em particular a testosterona produzida no período pré e neonatal, têm efeitos ao longo da vida sobre as características físicas, funcionamento fisiológico e comportamento”.

2D:4D e dimensões psicológicas

1. Introdução

Desde o estudo pioneiro de Manning *et al.* (1998) que o número de estudos utilizando o 2D:4D tem vindo a crescer, tendo como finalidade a determinação da possível influência dos fatores hormonais (peri-natais ou não) na manifestação de determinados traços psicológicos, como por exemplo, as capacidades cognitivas, personalidade, perturbações psicológicas, interesses vocacionais, lateralidade (veja-se *e.g.* Austin *et al.*, 2002; Bailey & Hurd, 2005; Bull & Benson, 2006; Casthó *et al.*, 2003a; Manning, 2002), a orientação e identidade sexual, entre outras (veja-se *e.g.* Rahman & Wilson, 2003; Robinson & Manning, 2000; Williams *et al.*, 2000).

Em síntese, pode-se dizer com Voracek & Dressler (2007), que o 2D:4D tem-se revelado, neste âmbito, um bom preditor de vários domínios da Psicologia. É em consonância com esta ideia que Manning (2011) comenta a dificuldade para aceder à avaliação dos índices de exposição aos esteroides sexuais pré-natais, a que os indivíduos estão submetidos durante a fase embrionária do seu desenvolvimento. De igual modo, faz notar a dificuldade que essa situação acarreta para que se possam fazer associações credíveis sobre o seu efeito (sexualmente diferenciado) em relação (entre outros aspetos) ao desempenho nas mais variadas tarefas. Com efeito, o autor refere que o 2D:4D é suposto estar correlacionado positivamente com o estrogénio pré-natal e negativamente com a testosterona pré-natal, podendo deste modo contribuir para estabelecer essas ligações.

2. Orientação sexual

2.1. Introdução

Não sendo um tema central nesta dissertação, a orientação sexual é, contudo, uma das questões mais estudadas no que diz respeito ao 2D:4D, merecendo, por conseguinte, uma atenção especial nestas páginas; tanto mais que alguns estudos a relacionam com o desempenho em tarefas de rotação mental, como se verá adiante.

Em termos bastante genéricos, a pesquisa sobre possíveis fatores biológicos na origem da orientação sexual, não obstante toda a polémica que suscita, tem vindo nas últimas duas décadas a desenvolver-se em torno de um conjunto restrito de ideias-chave ou hipóteses, como é o caso da chamada “teoria neuro-hormonal”, da hipótese da instabilidade do desenvolvimento ou ainda da possível relação entre orientação sexual e posição na fratria (para uma revisão veja-se *e.g.* Mustanski *et al.*, 2002).

Destas várias hipóteses, a chamada teoria neuro-hormonal parece ser a mais interessante e é, em todo o caso, aquela que melhor se relaciona com o objeto do estudo desta dissertação. Com efeito, a ideia ou a hipótese de possíveis influências da exposição intrauterina (ou peri-natal) a determinadas hormonas na organização neurológica é central ao tema do 2D:4D e, por conseguinte, a este trabalho. Sendo, por outro lado, natural que esse estudo se estenda às questões da orientação sexual. Para dar apenas um exemplo, Ellis *et al.* (2015) defendem que os androgénios pré-natais são determinantes chave na orientação sexual.

Em termos genéricos, os diversos estudos realizados sobre este tema podem ser divididos em dois grandes grupos: aqueles que avaliaram a associação dos possíveis efeitos da androgenização pré-natal e perinatal com ambos os sexos, por um lado, e apenas com um dos sexos, por outro lado.

É de notar enfim, a título de curiosidade, que embora a maioria da investigação encontrada tenha sido publicada na *Archives of Sexual Behavior*, um dos artigos pioneiros nesta matéria (de 2000) foi publicado na prestigiada revista *Nature*.

2.2. Estudos com ambos os sexos

Entre a pesquisa que se dedicou ao estudo da associação dos efeitos da exposição precoce aos esteroides sexuais com a orientação sexual, em ambos os sexos, é de salientar desde logo o estudo de Williams, Pepitone, Christensen, Cooke e Huberman (2000) (N=700)¹⁹ por ter sido um dos pioneiros, como atrás se referiu, e pelo impacto que teve na comunidade científica ao ser publicado na *Nature*. Em termos gerais, os resultados apurados apontaram em três direções: a primeira, de que as mulheres homossexuais estudadas foram mais expostas aos androgénios pré-natais do que as mulheres heterossexuais; a segunda, que os homens com mais de um irmão mais velho, são mais propensos a ser homossexuais na vida adulta, supostamente por terem estado mais expostos à testosterona fetal do que os irmãos que os antecederam; e a terceira, que o 2D:4D da *mão direita* de mulheres homossexuais foi significativamente menor (mais “masculinizada”) do que o das mulheres heterossexuais e não diferiu significativamente do 2D:4D dos homens heterossexuais. Ou seja, tal como salientam os autores, os androgénios pré-natais podem influenciar a orientação sexual em ambos os sexos; notando igualmente que os

¹⁹ Os participantes que fizeram parte da amostra deste estudo, foram pessoas que participaram em feiras de rua públicas na área de São Francisco. Referem os autores que passaram um inquérito anónimo, onde foi perguntado aos sujeitos o seu sexo, idade, orientação sexual, lateralidade, bem como o número de crianças e o sexo, que a sua mãe tinha tido antes deles (irmãos mais velhos) Williams *et al.* (2000).

resultados parecem ser mais consistentes nas mulheres, no que diz respeito às diferenças entre os 2D:4D e a orientação sexual²⁰.

Um outro estudo, realizado igualmente nos Estados Unidos, por Hall e Love (2003), utilizou uma pequena amostra de gémeos femininos monozigóticos (N=24), na qual 7 e 5 pares de gémeos eram diferentes e idênticos na orientação sexual, respetivamente. O objetivo do estudo era examinar o contributo do ambiente pré-natal no desenvolvimento da orientação sexual. Notando que as participantes homossexuais da amostra exibiam valores do 2D:4D significativamente menores que os das suas irmãs gémeas heterossexuais, os autores verificaram que tal não sucedia com os pares de gémeas com a mesma orientação sexual; ou seja, estas não revelaram diferenças significativas no 2D:4D. Tal diferença, algo surpreendente, poderá resultar de diferenças no meio pré-natal, já que, efetivamente, tal como é sublinhado, partilhando os gémeos monozigóticos o mesmo código genético, as diferenças observadas deverão necessariamente ter uma origem ambiental. No entanto, o tamanho reduzido da amostra, não permite retirar conclusões.

Embora realizado quase dez anos depois, é de referir neste ponto²¹ o estudo realizado no Japão por Hiraishi, Sasaki, Shikishima e Ando (2012), igualmente com gémeos, mas com uma amostra de tamanho notável (N=300). Procurou-se neste caso avaliar as influências genéticas e ambientais no 2D:4D dos participantes, tendo em conta, tal como no estudo de Hall e Love que acabámos de referir, a orientação sexual dos pares de gémeos. Mais exatamente, tendo em conta se tal orientação sexual era igual ou diferente em cada par.

Os resultados apurados são interessantes, porquanto embora existam influências genéticas substanciais, quer para a mão esquerda, quer para a mão direita, existem igualmente influências ambientais que explicam uma parte da variância encontrada. Especificamente, tais influências ambientais não são compartilhadas dentro de cada par. Dito por outras palavras: Hiraishi e colaboradores salientaram que os pares de gémeos monozigóticos femininos que diferiram na orientação sexual (em que um é heterossexual e o outro não) mostraram diferenças

²⁰ Por exemplo, ao avaliarem possíveis diferenças na amostra de homossexuais do sexo feminino, fazendo a comparação entre duas categorias, uma de mulheres “lésbicas ativas” e outra de “lésbicas passivas”, Williams *et al.* (2000) encontraram diferenças significativas entre os *ratios* das mãos direitas do grupo das “lésbicas ativas” e das mulheres heterossexuais, sendo os quocientes das primeiras mais baixos; entre as “lésbicas passivas” e as mulheres heterossexuais não foram encontradas diferenças (veja-se *e.g.* também Brown *et al.*, 2002, particularmente, para discussão mais detalhada sobre os efeitos da elevada androgenização fetal nas mulheres).

²¹ Procuramos, sempre que possível, apresentar em cada secção os estudos pela ordem cronológica da sua publicação, nomeadamente por esta matéria (2D:4D) ser relativamente recente. Contudo, e este é um caso, faremos aqui e ali algumas exceções.

significativas ao nível do 2D:4D, no que diz respeito à mão esquerda; sendo que os gémeos femininos não-heterossexuais revelaram valores menores de 2D:4D. Simetricamente, verificou-se entre os participantes masculinos uma tendência inversa; isto é, os gémeos monozigóticos não-heterossexuais tinham valores mais elevados de 2D:4D do que os seus cogémeos heterossexuais. Estes resultados levaram estes investigadores a sugerir a possibilidade de existirem influências ambientais não compartilhadas que afetam tanto o 2D:4D como o desenvolvimento da orientação sexual; o que, de algum modo, vai ao encontro da hipótese aventada, como se viu, por Hall e Love (2003), desta vez com base numa amostra consideravelmente maior. Naturalmente, será interessante acompanhar outros estudos que venham, entretanto, a ser realizados sobre esta matéria.

O estudo de Putz, Gaulin, Sporter e McBurney (2004) merece de igual modo uma menção, quer pela amostra de maior dimensão (N=350; 230 homens, 120 mulheres), quer pelo facto de ter avaliado as relações entre o 2D:4D (calculado para ambas as mãos e para a média entre elas) e diversas variáveis, alegadamente relacionadas com este biomarcador e incluindo a orientação sexual. Entre os resultados apurados, destacamos por um lado o facto de as medidas 2D:4D terem mostrado diferenças entre os sexos altamente significativas; por outro lado, o facto de entre quase 60 correlações efetuadas, o 2D:4D ter-se correlacionado significativamente e na direção prevista apenas para a variável orientação sexual, para ambos os sexos e apenas para a mão esquerda; e, por outro lado ainda e enfim, o facto de as mulheres homossexuais da amostra terem mostrado valores de 2D:4D “masculinizados”, quando comparadas com mulheres heterossexuais e sobretudo para a mão direita. Estes últimos (resultados) são interessantes, pois vão ao encontro de resultados análogos obtidos pelo estudo pioneiro de Williams *et al.* (2000), referidos por nós anteriormente.

Por seu lado, numa análise a cinco estudos envolvendo ambos os sexos, e focando-se especificamente na questão do próprio 2D:4D, McFadden, Loehlin, Breedlove, Lippa, Manning e Rahman (2005) chegaram a múltiplas observações. Por exemplo, os 2D:4D para os grupos homossexuais estudados eram similares entre os estudos; os valores do quociente para os heterossexuais variam mais, em particular entre os estudos realizados com sujeitos dos EUA e os estudos realizados com sujeitos britânicos; o 2D:4D é menor nos homens heterossexuais do que nas mulheres heterossexuais em quatro estudos; em quatro estudos aparecem 2D:4D menores associados a mulheres homossexuais, ao contrário do que acontece com as mulheres heterossexuais, nas quais se verifica um maior *ratio*; dois dos estudos relatam a existência de menores valores de 2D:4D em homens homossexuais do que em homens heterossexuais; a

aparente hipermasculinização dos homens homossexuais foi estatisticamente significativa apenas para a mão esquerda num dos estudos e estatisticamente significativa apenas para a mão direita em outros dois estudos; em dois dos cinco estudos é relatada uma direção de efeito oposto, tendo o 2D:4D sido maior para os homens homossexuais do que para os homens heterossexuais; esta aparente hipomasculinização foi significativa apenas para a mão esquerda num estudo e para ambas as mãos noutro; num outro estudo não se verificou diferença significativa no 2D:4D nos homens de diferentes orientações sexuais. Ainda como referem estes autores, alguns estudos nos Estados Unidos revelaram que os homens homossexuais exibiam 2D:4D hipomasculinizados, ao contrário dos resultados sugeridos por estudos realizados na Grã-Bretanha, onde os homens homossexuais apresentavam *ratios* hipermasculinizados. Esta aparente inconsistência pode dever-se desde logo a uma definição grosseira da orientação sexual. Com efeito, ao contrário do estudo de Williams *et al.* (2000) já citado, não parece ter havido uma distinção entre possíveis papéis “ativos” ou “passivos” na homossexualidade masculina; ora, conforme Williams *et al.* (2000) revelaram, essa diferenciação pode ser acompanhada por diferenças estatisticamente significativas nos 2D:4D.

Um estudo que merece mais do que uma simples alusão é o de Kraemer, Noll, Delsignore, Milos, Schnyder e Hepp (2006), por várias razões, nomeadamente a dimensão da amostra (N=389; 189 homens e 200 mulheres) e o facto de incluir participantes de várias faixas etárias, mas também e sobretudo o grande rigor que caracterizou as suas várias etapas²². Para além disso, é de salientar o facto de avaliar o 2D:4D (calculado para ambas as mãos e com base numa média entre medições de dois avaliadores) e a sua associação com possíveis dimensões da orientação sexual; sendo ainda de sublinhar, *last but not the least*, o facto de terem investigado tais associações a partir do pressuposto da existência de um *continuum* entre a homossexualidade e a heterossexualidade (por oposição às categorias estanques habitualmente utilizadas).

Os resultados sugerem uma correlação negativa fraca, mas estatisticamente significativa do 2D:4D com a orientação homossexual no caso das mulheres, sobretudo para a mão direita;

²² Kraemer *et al.* (2006) mencionam que a fim de obterem uma amostra típica, realizaram um estudo transversal no centro comercial da estação principal de Zurique (Suíça), que no final reuniu 389 participantes voluntários com idades entre 18 e os 65 anos; tendo a média de idade para os homens ficado nos 35,09 anos e para as mulheres nos 33,01 anos. Referem ainda que todos os participantes com mais de 65 anos de idade foram excluídos para minimizar os efeitos de desgaste relacionado com a idade, tal como todos os participantes com algum tipo de malformação ou lesão nos dedos. E é de referir ainda, para sublinhar o cuidado posto nesta investigação, que também foram excluídos sujeitos sem aparentes problemas, mas cujas fotocópias não tinham nitidez suficiente a nível dos vincos basais ou das pontas dos dedos. Com efeito, aquilo que se mede nestes estudos é o comprimento do osso dos dedos, ainda que indiretamente, pelo que uma malformação ou uma lesão poderão implicar diminuição ou alongamento de um dos dedos o que induziria um erro no 2D:4D.

correlação que não foi verificada nos participantes masculinos do estudo. Estes resultados parecem apontar, frisam os autores, para uma possível diferenciação sexual neuro-hormonal contínua do cérebro, que, a ser verdade, deveria traduzir-se numa variação igualmente contínua da orientação sexual. Isto é: a orientação sexual deverá (no futuro) ser analisada como uma variável contínua, evitando-se a abordagem categórica até hoje predominante²³.

Uma outra investigação a destacar é a de Peters, Manning e Reimers (2007), pela particularidade de ter utilizado uma amostra de dimensão excecional (N=255.100; 134.317 homens e 120.783 mulheres), abrangendo vários grupos étnicos. Mais especificamente, este estudo teve como objetivo avaliar a associação entre o sexo, a orientação sexual, o 2D:4D e o desempenho de uma tarefa de rotação mental, tópico este que será desenvolvido mais adiante, dado o objeto do estudo desta dissertação.

Antes mesmo de comentar os resultados, devemos fazer uma advertência em relação à forma como foi recolhida a amostra deste estudo, realizado com a colaboração da BBC (*British Broadcasting Corporation*), assim como dos dois estudos que serão analisados em seguida, uma vez que todos eles utilizaram a mesma amostra. Com efeito, foi um estudo realizado através da internet, daí o número tão elevado de participantes, que levanta algumas dúvidas ou mesmo objeções a nível dos resultados obtidos e da sua fidedignidade. De facto, tem uma série considerável de limitações²⁴.

Quanto aos resultados obtidos, surgiram diferenças claras entre os sexos, com os homens revelando melhor desempenho na tarefa de rotação mental do que as mulheres. Tais diferenças

²³ É de salientar que os autores deste estudo se basearam na hipótese aventada por Ellis *et al.* (1987), que foram dos primeiros a sugerir a possibilidade de haver vantagens na medição da orientação sexual como uma variável contínua, em vez de se considerar constituindo um todo, com apenas algumas categorias distintas.

²⁴ Tais limitações estendem-se para além das limitações reconhecidas pelos seus autores (veja-se Peters *et al.*, 2007, p.252). Com efeito, trata-se de um estudo realizado através da Internet, facto que por si só levanta um número significativo de questões metodológicas. Os autores reconhecem, por exemplo, que não se trata de condições ideais, uma vez que não foram controladas. Mas a questão é mais ampla do que isso, pois não existe homogeneidade na aplicação, nem sequer indicações acerca da forma como os sujeitos participaram nas tarefas (a título de exemplo, os participantes podem ter pedido ajuda para responder às tarefas propostas). Desde logo, porque não há um avaliador/medidor que use o mesmo método de medição dos dedos para todos os participantes (seja através de fotocópia, de *scanner*, ou diretamente, com régua ou paquímetro), prevenindo possíveis enviesamentos e a não utilização num mesmo estudo da combinação de várias técnicas, a fim de garantir uma possível padronização de técnicas de medição (veja-se *e.g.* Manning *et al.*, 2005; Miller *et al.*, 2008); não há sequer a certeza de que as medições foram efetivamente realizadas. Por conseguinte, pelo menos três questões relevantes do ponto de vista metodológico não foram possíveis de garantir: por um lado a aleatoriedade e representatividade da amostra; por outro lado o controlo das medições dos dedos; e por outro ainda, a questão do controlo da certeza da correspondência do desempenho da tarefa de rotação mental, com as medições dos 2D:4D indicados pelos sujeitos. Enfim, apesar do tamanho da amostra poder ser tido em consideração no que diz respeito à diminuição da margem de erro, outros fatores são necessários acautelar para garantir a sua fidelidade num estudo desta natureza.

também se verificaram quando se teve em conta a orientação sexual, revelando os autores que os homens heterossexuais tiveram melhor desempenho nessas tarefas do que os homossexuais²⁵; que situação simétrica aconteceu nas mulheres, isto é, que as mulheres homossexuais tiveram melhor desempenho do que as mulheres heterossexuais; que os homens bissexuais tiveram melhor desempenho que os homens homossexuais, mas menor desempenho do que os homens heterossexuais; e que não foram encontradas diferenças significativas entre os desempenhos das mulheres bissexuais e das mulheres homossexuais.

Em síntese, os resultados deste estudo de grande escala, não esquecendo as limitações referidas, sugerem (em termos globais) uma correlação negativa significativa entre o 2D:4D em ambas as mãos, tanto para os homens como para as mulheres, e os resultados do desempenho em tarefas de rotação mental, sendo que, também no geral, os sujeitos com menores 2D:4D obtiveram melhor desempenho do que os sujeitos com valores maiores (ou seja, mãos mais “feminizadas”).

A amostra utilizada que acabámos de referir, foi também utilizada por pelo menos mais dois estudos, nomeadamente o de Collaer, Reimers e Manning (2007), envolvendo de igual modo tarefas que exigem capacidades visuo-espaciais. Ou seja, aplicam-se a este estudo as mesmas limitações metodológicas que se aplicam ao estudo anterior, nomeadamente em relação à forma como foram obtidas as medições dos dedos e a não presença de qualquer investigador junto dos sujeitos, de forma a garantir homogeneidade ou mesmo controlo de execução das tarefas.

Mais especificamente, estes autores investigaram se o desempenho numa tarefa de rotação mental de julgamento do ângulo da linha, avaliado através do teste *JLAP-15 (Judgment of Line*

²⁵ Resultados semelhantes foram notados por Maylor *et al.* (2007). Este estudo apesar de não incidir sobre o 2D:4D, tem, contudo, a particularidade de utilizar tarefas de rotação mental e de julgamento do ângulo da linha (sendo suposta a sua associação entre a exposição pré e peri-natal às hormonas sexuais e vários fatores do desenvolvimento humano, nomeadamente capacidades visuo-espaciais), para investigarem a possibilidade de existir um declínio cognitivo associado à idade e ao sexo. Entre várias outras variáveis analisadas, os autores correlacionaram os possíveis efeitos da idade com a orientação sexual e o desempenho nas tarefas visuo-espaciais. O objetivo do estudo, em relação a estas variáveis em concreto, consistiu em testar a hipótese de que as mulheres não-heterossexuais iriam mostrar maior declínio relacionado com a idade do que as heterossexuais, mas que os homens não-heterossexuais iriam mostrar menos declínio relacionado com a idade do que os heterossexuais. Quanto aos resultados, os autores notaram que, tal como esperado, no geral, os homens superaram as mulheres em testes de julgamento de ângulo de linha e de rotação mental, sendo que as mulheres superaram os homens em testes de fluência verbal e memória relativamente à localização de objetos. Notaram ainda que os heterossexuais de cada sexo, em geral, tiveram melhor desempenho do que os bissexuais e homossexuais em testes onde o género em questão era suposto ser superior. Sublinham por outro lado que o desempenho em todos os testes diminuiu com a idade, mas significativamente mais para homens do que para as mulheres.

Angle and Position-15), mostrava indícios de sensibilidade à exposição de esteroides sexuais precoces, examinando como se relacionava com o sexo dos participantes, bem como sua orientação sexual. Comentando os resultados obtidos, os autores fazem notar que em ambos os sexos um melhor desempenho foi associado a menores valores de 2D:4D; que os homens heterossexuais tiveram melhor desempenho do que os homens homo ou bissexuais; e que, inversamente, as mulheres homo ou bissexuais tiveram melhor desempenho do que as mulheres heterossexuais.

A mesma amostra serviu de base para a elaboração de um terceiro artigo (Manning, Churchill & Peters, 2007), relacionando o 2D:4D com o sexo dos participantes e a sua orientação sexual, tal como os outros dois artigos, mas incluindo agora a etnia dos sujeitos. Uma vez mais, devemos chamar a atenção para as limitações metodológicas, já descritas atrás, a propósito dos outros dois estudos.

No que diz respeito à associação com o sexo, os resultados sugerem diferenças significativas, com os homens a revelarem menor 2D:4D do que as mulheres; e o efeito do tamanho das diferenças entre os sexos revelou-se ser maior para o 2D:4D da mão direita. Notaram também que os homens homo/bissexuais revelaram valores mais elevados de 2D:4D do que os homens heterossexuais, mas que isso foi visível apenas em participantes brancos, não se tendo verificado nos participantes negros e chineses; e que as mulheres não apresentaram associação significativa entre o 2D:4D e a orientação sexual. Sublinham ainda que os resultados sugerem existirem diferenças significativas nos 2D:4D em relação às categorias consideradas de orientação sexual, mas estes apenas nos homens. Notaram finalmente que os homens homossexuais e bissexuais apresentaram maiores valores médios no 2D:4D do que os heterossexuais, o que vai no sentido de uma menor exposição (putativa) à testosterona pré-natal.

Um tópico diferente, mas que também tem merecido alguma atenção da comunidade científica que aborda as questões da orientação sexual é o da assimetria flutuante. Com efeito, este indicador fisiológico tem sido utilizado com o intuito de ajudar a determinar se a instabilidade de desenvolvimento poderá ser uma perspetiva viável para investigar possíveis bases biológicas da orientação sexual.

Insera-se neste âmbito, justamente, o estudo de Miller, Hoffmann e Mustanski (2008) (N=167; 89 heterossexuais e 78 homossexuais), que incidiu sobre a medição da lateralidade e assimetria flutuante corporal, propostos como dois possíveis marcadores de instabilidade do desenvolvimento. Mais exatamente, a assimetria flutuante foi aferida a partir da medição de

cinco traços que os autores consideraram bilateralmente simétricos (a amplitude do ouvido, a largura do ouvido, a largura do tornozelo, o comprimento do dedo indicador [2D] e o comprimento do dedo anelar [4D]).

Os resultados apontam para uma correlação positiva significativa entre a assimetria flutuante e orientação sexual, mas apenas nos participantes masculinos; o mesmo não se verificando no caso dos participantes femininos. Contudo, salientam que apesar da orientação sexual parecer ter uma base biológica, permanece pouco claro os possíveis determinantes ou mecanismos precisos de tal escolha.

Também Hall e Schaeff (2008), partindo da ideia de que a orientação sexual pode ser afetada pela instabilidade do desenvolvimento, induzida pela exposição a *stress* pré-natal, realizaram um estudo similar. Especificamente, procuraram examinar a relação entre a instabilidade do desenvolvimento e a orientação sexual, usando para tal a assimetria flutuante e baseando-se na hipótese de poder existir uma ligação entre a instabilidade do desenvolvimento e as hormonas pré-natais. Foram para esse efeito realizadas medições da assimetria flutuante (AF) a 156 heterossexuais e 132 homossexuais de ambos os sexos.

Os resultados revelaram uma AF significativamente maior nos participantes homossexuais (masculinos e femininos) em relação aos participantes heterossexuais²⁶.

Enfim, salientam as autoras, embora valores apurados de 2D:4D fossem “feminizados” no caso dos homens homossexuais, não se verificou qualquer relação entre os níveis de AF e o 2D:4D. Deste modo, sugerem que não obstante os níveis elevados de *stress* pré-natal no desenvolvimento pareçam estar associados a mudanças na orientação sexual, o mecanismo subjacente não deverá estar associado a níveis atípicos de hormonas sexuais pré-natais. No entanto, apontam para a necessidade da realização de estudos adicionais com indivíduos sexuais atípicos para eventualmente confirmar tal hipótese.

De certo modo, Martin, Puts e Breedlove (2008) chegaram, no mesmo ano, a uma conclusão oposta, através de um estudo indireto focando sobre a assimetria das mãos, em homens e mulheres heterossexuais e homossexuais e a sua associação com o 2D:4D e outras características anatómicas, onde se verifica existir dimorfismo sexual. Com efeito, os autores, centrando o seu estudo numa análise retrospectiva dos padrões de crescimento das mãos em

²⁶ No caso dos participantes masculinos: 4 de 7 traços bilaterais e valores compostos de assimetria flutuante. No caso dos participantes femininos: 5 dos 7 traços bilaterais e valores de AF compostos.

relação ao sexo e orientação sexual, utilizaram dados de três estudos já publicados e analisaram quatro características da mão em adultos (largura da mão, comprimento da mão, comprimento do segundo dígito, e comprimento do quarto dígito); tendo a partir destes dados, derivado estimativas de traço de lateralidade (assimetria direcional) e da instabilidade do desenvolvimento (assimetria flutuante). Entre os resultados obtidos os autores notaram que a assimetria direcional no comprimento dos dedos e na largura da mão varia de acordo com o sexo que no caso das mulheres é mais provável terem assimetria direcional para a mão direita do que os homens; e que os homens e mulheres homossexuais geralmente têm características de assimetria direcional próprias. Em suma e em termos genéricos, *grosso modo*, estes autores sugerem ser pouco provável que a homossexualidade seja um possível resultado do aumento da instabilidade do desenvolvimento.

Conforme foi referido anteriormente (na página nº 41), Hall e Schaeff (2008) pensam que o mecanismo subjacente a mudanças na orientação sexual (ao longo do desenvolvimento) não parece estar associado a níveis atípicos de hormonas sexuais pré-natais. Podemo-nos interrogar se esta hipótese está efetivamente correta, tendo em conta que os próprios autores referiram a necessidade de se realizarem mais estudos neste tópico. Com efeito, Grimbos, Dawood e Burris (2010), numa meta-análise realizada dois anos depois, parecem ter chegado a uma conclusão diferente.

Esta análise, incidindo sobre 18 e 16 amostras independentes de homens e mulheres, respetivamente, considerou um total de cerca de 5.800 participantes, dos quais 3.281 heterossexuais (1.618 do sexo masculino) e 2.517 homossexuais (dos quais, 1.503 do sexo masculino). Os resultados apurados foram, desde logo, no sentido apontado por variados outros estudos, nomeadamente, que os valores 2D:4D tendem a ser menores no caso dos homens, em relação às mulheres, para populações heterossexuais; devendo notar-se, contudo, que esta tendência foi encontrada em ambas as mãos, o que nem sempre sucede. Uma outra tendência foi a diferença entre mulheres heterossexuais e mulheres homossexuais, sendo que os valores médios das primeiras tendem a ser maiores (ou seja, a apresentarem mãos mais “feminizadas”) do que os valores médios das segundas. Esta diferença tendencial não foi observada nos participantes masculinos, o que leva os autores a sublinhar a inexistência aparente e ainda por explicar, ou averiguar, de associação direta entre o 2D:4D e a orientação sexual no caso dos homens. Por que razão, perguntam, por conseguinte, os autores, é que a testosterona pré-natal não tem os mesmos efeitos (quer no 2D:4D quer na orientação sexual) em homens e mulheres? Uma resposta possível é que a orientação sexual seja multifatorial e ontogeneticamente

heterogénea em ambos os sexos; que é possível que a sexualidade dos homens homossexuais seja de desenvolvimento suficientemente diversificado; que, mesmo que, por vezes, resulte de sinalização de androgénio pré-natal de sexo-atípico, outras causas de desenvolvimento podem enfraquecer uma correlação com 2D:4D. Por esta razão sugerem a continuação da realização de estudos que contemplem associações entre razão dígitos, orientação sexual e variáveis moderadoras nos homens. Particularmente, Grimbois *et al.* (2010) propõem que a pesquisa futura deve avaliar os efeitos potenciais da etnia sobre as relações entre 2D:4D e orientação sexual, e considerar possíveis subgrupos de homens homossexuais (por exemplo, mais tipicamente masculinos vs. homens homossexuais mais tipicamente femininos).

Para finalizar este subcapítulo, é de referir um estudo bastante atípico, sobre a suposta etiologia da variância de género, realizado por Veale, Clarke e Lomax (2010) através da Internet (N=2277). O estudo centrou-se na análise de correlações de variáveis biológicas e psicossociais supostamente relevantes na etiologia da variância de género²⁷. Mais especificamente, investigaram a correlação de tais variáveis com uma amostra de conveniência de participantes de ambos os sexos que se identificaram como transexual, outra variante de género, e não variante de género (NVG). Segundo os autores, os resultados sugerem a existência de diversas variantes de género, relacionadas nomeadamente com fatores familiares ou outros, como a lateralidade, o abuso emocional, valores de 2D:4D ou o processo de sistematização; estes fatores supostamente permitem predizer de forma significativa a variância de género em adulto entre os participantes de ambos os sexos. A variância de género em adulto também foi prevista pelo número de irmãos mais velhos entre nascimentos do sexo masculino. Contudo, os autores sublinham não ter encontrado efeitos significativos de associação com a orientação sexual, reconhecendo, enfim, que embora os resultados sejam geralmente consistentes com pesquisas anteriores, havia limitações na metodologia em particular o facto de ter sido realizado através da Internet e a representatividade da amostra.

2.3. Estudos apenas com o sexo masculino

Por alguma razão, existem pelo menos três investigações realizadas neste âmbito da associação entre o 2D:4D e a orientação sexual apenas com participantes masculinos: Robinson e Manning (2000), Manning e Robinson (2003) e Voracek, Manning e Ponocny (2005).

²⁷ Entre outras foram avaliadas por exemplo, o número de irmãos, a concordância de variância de género dentro da família, a lateralidade, o abuso emocional, o rácio 2D:4D, a rotação mental e sistematização.

Relativamente à primeira, Robinson e Manning (2000) procuraram estudar a (suposta) etiologia da homossexualidade masculina, partindo do pressuposto de que é determinada por fatores de várias ordens, nomeadamente familiar. Mais especificamente, quiseram examinar o 2D:4D em homens homossexuais e, por outro lado, relacioná-lo com possíveis efeitos da posição na fratria (ou ordem de nascimento); tendo para o efeito realizado dois estudos relativamente autónomos. É de salientar desde já que esta investigação foi realizada com um cuidado digno de nota a nível metodológico, quer a nível das medições efetuadas no 2D:4D, quer na determinação da orientação sexual (através de um questionário de 6 ítems), quer ainda na procura de uma amostra de controlo com sujeitos emparelhados (para o sexo e a idade).

Em relação aos resultados obtidos, agrupando os dois estudos²⁸, é de destacar algumas tendências: a) os participantes homossexuais apresentaram valores de 2D:4D para a mão esquerda inferiores aos da população em geral, tendência que se confirmou quando controlados para a idade, a etnia e múltiplos testes; b) dentro da amostra homossexual (N=88), verificou-se existir uma relação positiva significativa entre a média do 2D:4D para ambas as mãos e o grau de homossexualidade referido (exclusivamente sexual ou não); c) em termos de tendência geral, verificou-se uma redução dos valores de 2D:4D encontrados para a mão esquerda ao longo do eixo das três subamostras: controles, homossexualidade exclusiva e homossexualidade não-exclusiva; d) por fim, a suposta correlação entre homossexualidade masculina e a posição na fratria (ou ordem de nascimento), defendida por alguns autores, não foi associada ao 2D:4D, quer para a subamostra de 240 participantes de todas as orientações sexuais, quer para a subamostra de 45 homossexuais.

Em relação à segunda investigação, Manning e Robinson (2003) tiveram como objetivo encontrar dados supostamente diferenciados entre homens heterossexuais e homens homossexuais, em relação a uma média universal do 2D:4D, analisando a este nível uma possível variação entre as populações. Este estudo, tal como o anterior, merece igualmente uma menção pelo rigor metodológico, nomeadamente no que respeita à recolha da amostra²⁹ (N=305) ou o cuidado na utilização de um questionário de seis ítems na determinação da orientação sexual e ainda a atenção dada a possíveis diferenciações por razões étnicas. Particularizando, os autores

²⁸ O primeiro contou com 88 participantes homossexuais e bissexuais e 88 participantes, emparelhados para o sexo, idade e etnia, sem discriminação da orientação sexual, que serviram de controlo. O segundo estudo incidu sobre 240 homens brancos, sem discriminação da orientação sexual, representando várias profissões e estratos sócio-económicos.

²⁹ Um aspeto interessante acerca desta recolha, merecendo uma nota pela curiosidade, é o facto de ter decorrido em dois anos sucessivos de uma feira "gay" em Manchester (Manchester Gayfest, 2000 e 2001).

utilizaram quatro amostras específicas: uma, composta por homens homossexuais brancos do Reino Unido selecionados através do questionário de Kinsey³⁰ tendo-se atribuído um valor entre 3 e 6 inclusivé³¹; outra, uma amostra intercultural de homens homossexuais com pontuações de Kinsey igualmente de 3 a 6; outra ainda de homens de raça branca do Reino Unido recolhidos sem distinção de orientação sexual; e uma amostra ainda de homens de 11 populações (e algumas diferentes etnias) recolhida independentemente da orientação sexual³². Os resultados parecem apontar para uma maior concentração nos valores do 2D:4D para o caso dos homossexuais inquiridos. Mais especificamente, os valores médios de 2D:4D encontrado para os homens heterossexuais variaram entre 0,94 e 1,00; enquanto que no caso dos homossexuais (de diferentes populações) os valores são relativamente constantes entre 0,96 e 0,97. Portanto, segundo estes autores, os homens homossexuais parecem estar sujeitos a maior androgenização (menor 2D:4D) do que os heterossexuais *em algumas populações*, enquanto que noutras parecem menos androgenizados do que os homens heterossexuais. É muito possível que futuras investigações sobre este tópico, venham a esclarecer melhor esta questão.

Por fim, a terceira investigação, realizada por Voracek, Manning e Ponocny (2005) na Áustria (N=174; 95 homens homossexuais e 79 heterossexuais), também se dedicou ao estudo da possível existência de uma “média uniforme” no 2D:4D para os homens homossexuais. Concretamente, o estudo teve como finalidade avaliar, numa população específica (recolhida em Viena)³³, a possibilidade de existir uma média uniformizada nos valores de 2D:4D de homens

³⁰ Acerca desta escala, Drucker (2010) esclarece-nos que os seus autores, ou seja, Kinsey, Pomeroy e Martin criaram-na em 1948, procurando mostrar que a complexidade da sexualidade humana poderia ser melhor representada num *continuum* e não como um binário. Em vez de considerar apenas a experiência sexual evidente de cada sujeito, o seu comportamento e ou as suas reações psicosssexuais, os autores pretenderam que os sentimentos e desejos se manifestassem pedindo-lhes que escolhessem a posição, através de uma gradação em sete pontos, desde “exclusivamente heterossexual” ou “predominantemente heterossexual”, “apenas casualmente homossexual”, num pólo, até “exclusivamente homossexual” no outro pólo. De igual modo e de forma interessante, os autores criaram uma categoria adicional que define quem não tem nenhum comportamento ou desejo sexual.

³¹ Dito por outras palavras, sujeitos que definiram a sua sexualidade através de uma das seguintes quatro hipóteses: 3- Igualmente heterossexual e homossexual; 4- Predominantemente homossexual, mas mais do que casualmente heterossexual; 5- Predominantemente homossexual, apenas casualmente heterossexual; 6 - Exclusivamente homossexual.

³² A amostra de homens homossexuais consistiu em 54 brancos do Reino Unido e 63 sujeitos de fora do Reino Unido. Neste último grupo, incluem-se participantes provenientes de várias zonas do mundo (por exemplo homens gays da Europa (n= 24, brancos da França, Alemanha, Holanda, Chipre [um cipriota grego]), EUA (n=3, brancos), Nova Zelândia (n=2, brancos), Caraíbas (n=15, indivíduos negros; n=4, mestiços), Índia e Bangladesh (n =9) e China [n=6, Han]). Note-se, contudo, que se trata de uma amostra reduzida.

³³ Segundo os autores, foi escolhida a população de Viena pelo facto de não ser etnicamente diversa e, por outro lado, permitir garantir homogeneidade através do restringimento da amostra apenas a europeus. Notaram ainda que para tentarem garantir que os participantes pudessem ser representativos dos homens homossexuais e heterossexuais em Viena, procuraram recolher a amostra a partir de uma ampla variedade de organismos e clubes sociais, incluindo

homossexuais, que sugerisse uma diferença (dentro das populações) em relação aos heterossexuais. Referem os autores que os resultados por si encontrados sugerem não haver diferença significativa entre as médias 2D:4D para homossexuais e heterossexuais, com os valores para ambos situando-se entre 0,96 a 0,97. Comparando os seus resultados com os obtidos por estudos realizados nos Estados Unidos, nomeadamente nos estados do Texas e da Califórnia, e no Reino Unido, concretamente nas regiões de Edimburgo, Liverpool e Londres, os autores notaram que nos Estados Unidos a média do 2D:4D nos heterossexuais se revelou baixa e nos homossexuais foi maior ou semelhante à dos heterossexuais. Por seu lado, a média do 2D:4D nos participantes do Reino Unido revelou-se alta nos heterossexuais e quando comparado com os homossexuais os resultados sugerem que estes têm uma média 2D:4D menor ou semelhante aos heterossexuais. Fazendo referência aos resultados, que vimos atrás, encontrados por Manning & Robinson (2003) sobre a possibilidade de a média dos valores de 2D:4D dos homens heterossexuais diferir entre populações, estes autores colocam a hipótese de haver menos variação geográfica nas médias de 2D:4D para as populações homossexuais. Hipótese que terá que ser confirmada, ou infirmada, por mais estudos.

Como se depreende desta revisão (ainda que breve), os resultados em relação a este tema da orientação sexual nos homens têm-se revelado pouco consistentes e mesmo controversos no que diz respeito aos homossexuais e heterossexuais do sexo masculino (*e.g.* Grimbos *et al.*, 2010; Manning & Robinson, 2003; Williams *et al.*, 2000). Sendo que alguns autores referem que não foram encontradas diferenças significativas entre os 2D:4D dos homens homossexuais e dos homens heterossexuais para ambas as mãos (*e.g.* Grimbos *et al.*, 2010; Kraemer *et al.*, 2006; Williams *et al.*, 2000). Sendo também que existem estudos sugerindo um quociente um pouco maior em homens homossexuais do que nos homens heterossexuais (*e.g.* Lippa, 2003; McFadden & Shubel, 2002) e ainda outros referindo 2D:4D mais baixos para os homossexuais do que para os heterossexuais (*e.g.* Rahaman & Wilson, 2003; Robinson & Manning, 2000).

2.4. Síntese

De uma forma geral, a análise aos resultados relatados na generalidade dos estudos sobre possíveis fatores determinantes da orientação sexual, sugere que elevados níveis de testosterona fetal podem estar associados com a preferência sexual em homens e mulheres (Collaer *et al.*, 2007; Hall & Love, 2003; Kraemer *et al.*, 2006; Manning & Robinson, 2003; Meyer-

alguns clubes frequentados por homens homossexuais e gabinetes para as organizações envolvidas no *lobby gay* em Viena.

Bahlburg *et al.*, 2008; Robinson & Manning, 2000; Williams, 2000), sendo suposto que tais androgénios afetam muitos comportamentos humanos sexualmente diferenciados como a orientação sexual; podendo o 2D:4D nesse caso ser um possível biomarcador; aceitando-se a hipótese organizacional de que os androgénios têm influência na fase embrionária da vida, em particular na masculinização de vários comportamentos humanos (Breedlove, 2010). Contudo e dadas as inconsistências ainda encontradas, o que é normal acontecer num objeto de estudo relativamente recente, tem sido sugerido que estes estudos do 2D:4D sobre o desenvolvimento psicosexual e orientação sexual, devem estar sujeitos a mais investigações (*e.g.* Grimbos *et al.*, 2010; McIntyre, 2003; Robinson & Manning, 2000; Voracek *et al.*, 2005).

3. Capacidades cognitivas

Tal como foi referido anteriormente, nos últimos anos, variados estudos têm sugerido a existência de uma relação curvilínea entre a testosterona fetal e o desempenho cognitivo (Kempel *et al.*, 2005), nomeadamente no caso das capacidades espaciais (Auyeung *et al.*, 2012; Bull & Benson, 2006; Peters, Manning & Reimers, 2007), o que tem reforçado a hipótese da existência de efeitos dos níveis pré-natais de hormonas sexuais sobre o desenvolvimento do cérebro. Neste âmbito, o 2D:4D poderá ser um preditor das capacidades cognitivas, como sugerem Csathó *et al.* (2003a), nomeadamente aquelas que são específicas do sistema nervoso central. De facto, as investigações que utilizaram o 2D:4D no estudo das capacidades cognitivas, têm revelado que o rácio exibe uma relação interessante com tais capacidades, tanto em homens como em mulheres (Henninger & Hafetz, 2005; ver também *e.g.* Burton, Henninger & Hafetz, 2005). A tendência que tem sido notada vai no sentido genérico de que índices mais baixos do quociente 2D:4D estarão correlacionados com um padrão cognitivo mais “masculino”, isto é, com um melhor desempenho espacial e numérico quando comparado com o desempenho verbal; e inversamente, índices mais elevados do rácio estarão correlacionados com um padrão cognitivo mais “feminino”, ou seja, com um melhor desenvolvimento das capacidades verbais.

3.1. Interesses vocacionais

Este é um assunto que tem vindo a merecer a atenção (como objeto de estudo) da comunidade científica. Nomeadamente, os autores que baseiam o seu trabalho na teoria da organização do cérebro, têm colocado à discussão uma quantidade considerável de hipóteses (mudanças) fisiológicas e comportamentais que supostamente serão iniciadas e estabelecidas, pelas hormonas pré-natais. Como sublinham Valla & Ceci (2011), ultimamente esta teoria tem sido associada a resultados que incluem a preferência por determinadas ocupações, o rácio 2D:4D e o

perfil cognitivo (por exemplo relacionado com capacidade matemática e capacidade verbal). Corroborando com estas ideias, tem sido notado que os esteroides sexuais pré-natais, concretamente os androgénios, influenciam as diferenças individuais de uma forma previsível "masculinizando" as pessoas (*e.g.* Luxen & Buunk, 2005). Tal masculinização foi notada no estudo de Manning, Reimers, Baron-Cohen, Wheelwright & Fink (2010) ao investigarem a hipótese de que a segregação ocupacional poderia ser moderada pelo efeito da testosterona, levando os indivíduos a um género típico de escolha da profissão³⁴. Como notaram, os resultados obtidos sugerem que, a testosterona pré-natal elevada e a testosterona adulta foram relacionadas com mulheres que estão em ocupações típicas de homens. Por conseguinte, num estudo muito recente Joyce *et al.* (2014), partindo do pressuposto de que os cirurgiões são tipicamente conhecidos por terem boa perceção visuo-espacial e este ser na atualidade um requisito para ter acesso a programas de treinamento cirúrgico, propuseram-se investigar se um menor 2D:4D seria encontrado num grupo de cirurgiões e fazer a comparação por idade e sexo com um grupo de controlo. Na análise aos resultados notaram que os cirurgiões do sexo masculino têm um rácio 2D:4D significativamente menor quando comparado com o grupo de controlo. Segundo os autores isso estaria de acordo com relatórios publicados, onde é referido que uma baixa relação 2D:4D está associada com uma melhor capacidade visuo-espacial. Com efeito, num estudo também ainda muito recente Nye & Orel (2015), referem haver crescente evidência de que a exposição ao androgénio afeta o interesse por ocupações mais específicas de cada sexo.

Sem pretendermos alongar-nos muito sobre esta matéria, achamos, contudo, que é curioso observar o que referem alguns estudos, nomeadamente sobre a relação 2D:4D, em relação à possibilidade do comprimento relativo dos dedos se assumir como um preditor no estudo dos determinantes das diferenças individuais e concretamente na orientação vocacional. Por outro lado, este é um tema que nos sensibilizou e despertou a curiosidade e ao qual gostaríamos de dar uma maior dedicação em futuras investigações.

³⁴ Neste estudo, Manning *et al.* (2010) referem que examinaram a relação entre a proporção de mulheres (PM) em 22 ocupações e três correlações putativas de testosterona (do 2º com o 4º dígito, relação [2D: 4D], um suposto correlacionamento de testosterona pré-natal [TP]; altura do corpo, uma possível correlação de testosterona adulto [TA], e uma pontuação sistematização-empatia [QS-QE], um putativo comportamento correlacionado da TP e TA) numa pesquisa Internet de grande dimensão. Sublinham que a PM variou por ocupação, de 17% (Engenharia / R & D) para 94% (dona de casa). Comparado aos participantes nos trabalhos típicos femininos, os participantes de empregos típicos do sexo masculino tendem a ter baixo 2D:4D da mão direita e baixo 2D:4D da diferença das mãos direita-esquerda [Dr-l] (maior TP, somente mulheres), foram mais altos (maior TA, em homens e mulheres), e teve mais elevadas pontuações SQ-EQ (maior PT e AT, homens e mulheres).

Assim, tendo em consideração o facto de a capacidade numérica e capacidade verbal, serem comumente associadas com os efeitos diferenciadores das hormonas sexuais pré-natais (um menor 2D:4D estará correlacionado com um melhor desempenho espacial e numérico e inversamente, um maior 2D:4D estará correlacionado com um melhor desenvolvimento das capacidades verbais) e como tal poderem ser determinantes na escolha de atividades (entre outras, profissionais, académicas e desportivas), iremos a seguir abordar o que dizem alguns autores.

3.1.1. Capacidades numéricas

Em relação a estas competências têm sido obtidas relações significativas entre o rácio 2D:4D e o desempenho em provas numéricas, em ambos os sexos, ainda que, aparentemente, as referências sobre tais relações sejam pouco comuns (Bull & Benson, 2006). Tal como os resultados obtidos nos estudos consagrados à relação entre o rácio 2D:4D e capacidades espaciais, os resultados referentes à relação entre tal quociente e as capacidades numéricas são discrepantes. Segundo Henninger e Hafetz (2005) as associações entre capacidades numéricas e o 2D:4D são mais comumente obtidas em mulheres; porém, existem também estudos que têm revelado resultados evidentes para ambos os sexos; ou unicamente para os homens; ou que nenhuma relação é alcançada.

No que diz respeito às mulheres, de uma forma global, os estudos têm revelado que aquelas que exibem rácios 2D:4D mais “masculinizados” manifestam capacidades numéricas mais desenvolvidas. A título de exemplo, Kempel *et al.* (2005) revelaram que as mulheres com 2D:4D mais baixos exibiam pontuações mais elevadas no QI numérico (numa tarefa de séries numéricas contínuas); Brookes *et al.* (2007) colocaram a hipótese de que um *ratio* 2D:4D mais “masculinizado” estaria relacionado com uma automaticidade superior no processo de *subitizing*³⁵, ou seja, com tempos de reação menores. De facto, obtiveram uma relação positiva entre os *ratios* 2D:4D e os tempos de reação, e apenas para a mão direita das mulheres. Como o processo *subitizing* representa um elemento do processamento matemático, não é possível

³⁵ O processo *Subitizing* define-se como o erro, rápido e livre, de rotulagem de pequenas quantidades exibidas de forma semelhante e geralmente até quatro itens. Para as quantidades de tal intervalo, os tempos de resposta são rápidos; para os números inteiros superiores a quatro, os tempos de reação da enumeração das matrizes visuais de pontos aumentam, geralmente, de forma linear com o aumento da numerosidade.

Apesar da definição de *subitizing* se basear, basicamente, nas medidas comportamentais dos adultos, o processo parece manifestar-se na infância e que é independente das capacidades cognitivas superiores, tal como a linguagem.

É importante salientar que existem resultados que sugerem que a aptidão *subitizing* pode contribuir para o desenvolvimento do ato contagem posterior e aptidões matemáticas mais desenvolvidas (Brookes *et al.*, 2007).

excluir a potencial influência da testosterona pré-natal sobre outros elementos de tal processamento, e inclusivamente, poderá constituir um requisito para capacidades matemáticas mais desenvolvidas.

Entre os estudos que obtiveram uma relação entre as capacidades matemáticas e o 2D:4D para ambos os sexos, salienta-se a investigação de Luxen & Buunk (2005), na qual a correlação entre as variáveis foi negativa e significativa (ainda que apenas para o rácio 2D:4D da mão direita); e de Bull e Benson (2006) que tentaram estudar a associação entre o 2D:4D e um elemento do processo numérico, que pode refletir, parcialmente, o núcleo da representação numérica, utilizando o *Spatial-Numerical Association of Response Code* (SNARC)³⁶. Com efeito, tanto os homens como as mulheres que exibiam mais baixos 2D:4D, respondiam mais rapidamente a números pequenos com a mão esquerda e a números maiores com a mão direita.

Finalmente, no que diz respeito aos estudos que obtiveram relações significativas unicamente nos homens, destaque-se Fink *et al.* (2005), no qual foi obtida uma relação negativa, algo significativa, entre o *ratio* 2D:4D e o processo de contagem, ou a capacidade numérica simples. Mais exatamente, *ratios* mais «masculinizados» associaram-se a classificações mais elevadas nas provas numéricas, embora nem todas as associações alcançassem a significância estatística. Segundo os autores do estudo, tais resultados, embora preliminares, sugerem que a exposição à testosterona pré-natal pode exercer efeitos duradouros sobre o desenvolvimento das capacidades matemáticas, particularmente nos homens, e pode originar diferenças sexuais na forma como os problemas numéricos são resolvidos ou na forma como as competências matemáticas são aprendidas.

3.1.2. Capacidades verbais

A literatura relativa aos estudos que relacionam o 2D:4D com as capacidades verbais é, comparativamente às duas capacidades anteriores, escassa. Refira-se Luxen e Buunk (2005), por exemplo, que obtiveram uma relação entre o 2D:4D da mão direita e a inteligência verbal (para além da inteligência numérica, já referida) em sujeitos de ambos os sexos; ou Henninger e Hafetz (2005), também no estudo já referido (no qual utilizaram uma amostra de alunos de um colégio),

³⁶ Como o efeito SNARC é observado em tarefas que não requerem uma avaliação da numerosidade, tal efeito é encarado como uma prova da ativação automática da magnitude básica, representada por uma linha numérica analógica espacialmente organizada. Contudo, o efeito SNARC permanece, significativamente, relacionado com os processos cognitivos alternativos. Apesar de uma óbvia conexão visuo-espacial, o efeito tem-se também manifestado dependente dos hábitos de leitura, uma vez que os indivíduos habituados a estilos de leitura da direita para a esquerda podem apresentar um efeito reverso (Brookes *et al.*, 2007).

que observaram um desempenho mais elevado nos testes de rotação mental em rapazes que exibiam rácios mais baixos, mas que as raparigas com rácios mais elevados obtinham pontuações mais altas nas provas fluência verbal. Igualmente, no estudo de Burton, Henninger & Hafetz (2005) notaram diferenças de género e relações diretas com os efeitos hormonais, tendo os homens revelado melhor desempenho nas tarefas de rotação mental do que as mulheres e estas revelaram um melhor desempenho na fluência verbal do que os homens. Segundo estes autores, os 2D:4D revelaram uma relação com as variáveis cognitivas em ambos os sexos, tendo-se verificado um melhor desempenho por parte dos homens e das mulheres com baixas proporções de comprimento dos dedos. Do mesmo modo Putz *et al.* (2004) notaram uma correlação significativa entre a fluência verbal e o 2D:4D, porém, apenas nos homens.

De forma mais pormenorizada, refere-se o estudo de Manning *et al.* (2003) e de Abores-Gallo *et al.* (2009). Os primeiros aplicaram provas de fluência verbal, semântica e fonológica³⁷, a uma amostra de 100 mulheres e 100 homens, revelando que o 2D:4D dos homens se associou positivamente a ambos os tipos de fluência, sendo a correlação com a fluência verbal semântica estatisticamente significativa; nas mulheres, a correlação entre o 2D:4D e ambos os tipos de fluência foi positiva, embora mais forte para a fluência semântica, mas nenhuma foi significativa. Foi também observada a tendência dos homens com 2D:4D mais baixos na mão direita (isto é, com Dr-I menores) revelarem fluência menor, ainda que sem relevo estatístico. Com base na relação positiva e significativa obtida entre o 2D:4D e a fluência semântica, nos homens, Manning *et al.* (2003) reforçaram a hipótese que níveis pré-natais elevados de testosterona comprometem a fluência verbal.

Num estudo mais recente, Abores-Gallo *et al.* (2009) propuseram-se estudar, em crianças a partir dos dois anos de idade (97 crianças do pré-escolar)³⁸, a possível associação entre o *ratio* 2D:4D e desenvolvimento da linguagem (vocabulário) e/ou problemas de linguagem. Com efeito, nas crianças de ambos os sexos de quatro anos, e idades inferiores, o 2D:4D da mão direita correlacionou-se negativamente, embora fracamente, com o desenvolvimento da linguagem (vocabulário), porém, nos sujeitos do sexo masculino tal correlação foi significativa; nas crianças de ambos os sexos de três anos, e idades inferiores, o *ratio* 2D:4D da mão direita correlacionou-

³⁷ A fluência fonológica foi testada através do Teste FAS, no qual era solicitado ao sujeito uma lista de palavras, tantas quanto possível, começadas pela letra F, A ou S, em três sessões de três minutos cada; a fluência semântica foi testada com o Teste de Varley, no qual era solicitado uma lista de palavras, tantas quanto possível, pertencentes à categoria de «animais», «políticos» e «cantores/músicos», em três sessões de 90 segundos.

³⁸ Os pais foram também envolvidos na investigação, de forma a fornecerem informação sobre o desenvolvimento da linguagem dos filhos (Abores-Gallo *et al.*, 2009).

se negativa e significativamente com problemas de articulação de linguagem; nos sujeitos do sexo masculino de quatro anos, e idades inferiores, o 2D:4D da mão direita correlacionou-se negativa, mas fracamente, com problemas de articulação. De facto, tais resultados sugerem um papel influente da testosterona sobre o desenvolvimento da linguagem (vocabulário) e que, possivelmente, níveis mais elevados de testosterona poderão induzir a problemas de articulação.

3.1.3. Capacidades desportivas

3.1.3.1. Introdução

Podemos desde já afirmar, à laia de síntese, que este tema não tem suscitado um grande número de estudos, apesar de John Manning o ter popularizado num documentário televisivo da BBC³⁹, ao chamar a atenção do público em geral para a possível relação entre o desempenho desportivo e o 2D:4D em atletas de alta competição.

Com efeito, Manning juntamente com Taylor tinham observado há já uma quinzena de anos a existência de uma associação significativa do 2D:4D com o desempenho de jogadores profissionais de futebol, associação essa no sentido negativo (Manning & Taylor, 2001). Mais especificamente, observaram que quanto menores os valores medidos de 2D:4D, maior ou melhor o desempenho dos atletas; dado este que foi sugerido pelo facto de os jogadores fazendo parte da equipa principal tenderem a apresentar valores diferenciados e mais baixos em relação aos jogadores de reserva.

Tal observação criou interesse pelo tema, levando a que posteriormente fossem realizados alguns estudos procurando investigar o 2D:4D enquanto biomarcador putativo de efeitos organizacionais que os esteroides sexuais pré-natais (em especial à testosterona) poderão ter, ou não, na capacidade dos sujeitos para o desporto e/ou a aptidão física. Devendo notar-se, igualmente desde já, que nem todos os desportos serão afetados, ou afetados de igual modo ou em igual grau, por tais efeitos putativos. Com efeito, tal como fazem notar Manning e Taylor (2001), esses efeitos deverão refletir-se em aspetos como a capacidade visuo-espacial, a força física, a rapidez ou a resistência; aspetos que serão críticos nalgumas modalidades desportivas, mas não necessariamente noutras. Havendo de igual modo estudos, como por exemplo o de Schorer, Rienhoff, Westphal e Baker (2013), que chamam a atenção para a distinção entre modalidades nas quais a componente aeróbica é mais marcada, pois será nestas que os

³⁹ E transmitido em vários países, incluindo Portugal.

sobreditos efeitos se farão sentir de forma mais pronunciada. Ou seja, tal como noutras áreas já referidas ou a referir nesta dissertação, há lugar para numerosos novos estudos que ajudem a compreender e a conhecer melhor esta suposta associação; sendo de destacar, pela importância particular para este trabalho, a questão da capacidade de julgamento visuo-espacial, obviamente fundamental em desportos de arremesso (por exemplo), que de algum modo liga este subcapítulo que estamos agora a tratar sobre capacidades desportivas (sobretudo ao nível da alta competição) às questões de natureza cognitiva que constituem o corpo principal desta dissertação.

Traçando um panorama geral, que iremos especificar já de seguida, tais estudos têm procurado abranger diversas áreas relacionadas com esta matéria, nomeadamente a nível da capacidade para a prática de certas modalidades a um nível profissional ou quase profissional, como o futebol europeu e americano (Hill, Simpson, Manning & Kilduff, 2012; Manning & Taylor, 2001; Schorer *et al.*, 2013), o esqui (Manning, 2002), o judo, sumo e *kick-boxing* (Del Vecchio, Del Vecchio, Gonçalves, Franchini & Padovani, 2011; Pokrywka, Rachon, Suchecka-Rachon & Bitel, 2005; Tamiya, Lee, & Ohtake, 2012), o voleibol (Panda, Majumdar, Umesh, & Sudhakar, 2014), a natação (Perciavalle, Di Corrado, Scuto, Perciavalle & Coco, 2014), o andebol e o tiro ao arco (Baker, Kungl, Pabst, Strauß, Büsch & Schorer, 2013; Malik & Malik, 2011), o *rugby* (Bennet, Manning, Cook & Kilduff, 2010; Tester & Campbell, 2007) e a ginástica feminina (Peters *et al.*, 2012, 2013a, 2013b). Para além destas modalidades, tem-se procurado conhecer melhor outros aspetos ou dimensões, como por exemplo a questão dos desempenhos diferenciados em função do sexo. É o caso dos estudos de Pokrywka *et al.* (2005) e de Paul, Kato, Hunkin, Vivekanandan e Spector (2006), que averiguaram a capacidade de atletas femininas em várias modalidades; ou apenas numa, a esgrima (Bescós, Esteve, Porta, Mateu, Irurtia & Voracek, 2009; Voracek *et al.*, 2010); ou ainda a aptidão física em ambos os sexos (Honekopp *et al.*, 2006; Ranson *et al.*, 2015; Del Vecchio *et al.*, 2011). Havendo ainda a considerar estudos que incidiram sobre algumas capacidades muito específicas ou parcelares, tais como a capacidade em provas de resistência (Manning *et al.*, 2007; Tamiya *et al.*, 2012), em provas de velocidade (Hill *et al.*, 2012; Manning *et al.*, 2009) ou no desempenho em máquina de remos (Longman *et al.*, 2011). Apesar de toda esta diversidade, é de notar com Voracek *et al.* (2010) que a maior parte dos estudos e dos esforços se concentrou sobretudo em atletas masculinos e nos dois desportos mais populares, futebol e atletismo (corrida), o que logo à partida limita as generalizações que se pudessem fazer. Não obstante, este tema continua em aberto e tem despertado algum interesse nos departamentos de Ciências do Desporto e do Movimento, pelo que é expectável que nos próximos anos surjam mais estudos.

Genericamente falando, tal como se disse no início, este tópico foi popularizado por Manning, despertando curiosidade e interesse, sobretudo no público em geral, embora tal interesse não se tenha materializado num elevado número de estudos científicos, em especial na Psicologia e áreas afins. Pelo contrário, a nossa pesquisa revelou a existência de cerca de 25 investigações, que iremos apresentar de seguida e que, por uma questão de conveniência da exposição, dividimos em três grupos: estudos realizados com ambos os sexos e estudos realizados com apenas um dos sexos.

3.1.3.2. Estudos realizados com ambos os sexos

Não existindo muitos estudos acerca deste tema, é natural que os resultados que encontrámos revelem algumas tendências aparentemente contraditórias. Ainda é cedo para se saber, tanto mais que neste tópico de pesquisa, tal como sucede noutros, a utilização de amostras pequenas e/ou de conveniência, limita seriamente o alcance ou a universalidade dos resultados obtidos. Ou seja, tais contradições aparentes podem nem sequer existir na realidade ou existirem, mas não serem significativas, antes resultarem das limitações a nível metodológico ou da amostragem.

Feita esta advertência, gostaríamos de sublinhar alguns resultados interessantes ou dignos de registo, a começar pelo facto mais relatado pelos diversos autores consultados: o facto de, ao que tudo indica, existir quer em homens quer em mulheres, uma tendência aparente para uma correlação negativa entre os valores medidos de 2D:4D e as melhores capacidades no desporto e no desenvolvimento atlético (veja-se *e.g.* Giffin *et al.*, 2012; Hönekopp & Schuster, 2010; Manning, 2002; Manning *et al.*, 2007; Tester & Campbell, 2007). É possível que na base de tal tendência, esteja o facto salientado por Voracek *et al.* (2010), ao qual fizemos referência atrás, de que a testosterona possui muitos efeitos no desenvolvimento extragenital, nomeadamente ao promover o desenvolvimento do sistema cárdio-vascular, de boas capacidades de julgamento visuo-espacial ou de estar associada a melhor desempenho em termos de velocidade, de força e de resistência física (cf. Manning & Taylor, 2001); e ainda de estar ligada à propensão para as brincadeiras turbulentas nas crianças. Todas estas características, naturalmente, estão ligadas ao desempenho em geral de atividades físicas e desportivas e, em particular, de algumas modalidades específicas como, por exemplo o futebol, tal como salientam Manning e Taylor (2001).

Curiosamente, Voracek *et al.* (2010) encontraram uma tendência semelhante, mas apenas nas participantes femininas do seu estudo (N=99; 58 homens e 41 mulheres). Isto é, os resultados

obtidos por estes autores mostraram o mesmo tipo de correlação negativa significativa para as mulheres, mas não para os homens, pelo menos em termos da posição nos *rankings* da especialidade na Áustria. Contudo, é necessário observar que se tratou de uma população muito específica: atletas federados de esgrima. Com efeito, os estudos e os resultados obtidos nesta área tendem a refletir dados obtidos com praticantes de desportos mais populares, logo menos elitistas, como o futebol (tal como acabámos de referir) ou os desportos atléticos de pista; cujos requisitos, quer em termos de capacidades físicas, quer em termos de capacidades cognitivas, serão por outro lado e naturalmente diferentes. Além disso, os autores constataram que os atletas envolvidos na modalidade mais agressiva da esgrima (o sabre, por oposição à espada e ao florete) apresentaram menores valores de 2D:4D, tendência que já tinha sido observada uns anos antes noutro estudo, embora nessa ocasião o número de participantes femininas fosse demasiado reduzido para poder retirar quaisquer conclusões fiáveis (cf. Voracek *et al.*, 2006).

O inverso foi de certo modo notado por Longman, Stock e Wells (2011), num estudo realizado com estudantes universitários praticantes da modalidade de remo (N=147; 77 homens e 70 mulheres), ou seja, outra modalidade desportiva um tanto marginal; que, saliente-se, requer grande eficiência cardiovascular e elevada potência ou força físicas. Os resultados obtidos levaram os autores a acreditar que a relação entre o comprimento dos dedos pode ser um preditor de capacidade no remo nos homens, mas não nas mulheres. Isto é, a exposição à testosterona fetal terá efeitos a longo prazo sobre traços associados ao poder ou força física nos homens, mas não nas mulheres, sugerindo haver uma eventual diferença entre os sexos a este nível na resposta a tais exposições.

Resultados semelhantes foram encontrados por Ranson, Stratton e Taylor (2015), num estudo realizado mais recentemente e que se distinguiu em relação à extensa maioria de estudos neste âmbito, por ter procurado saber se a tendência encontrada em adultos se verifica igualmente em crianças. Ou seja, estes autores quiseram investigar a possível existência de correlações entre o 2D:4D e níveis de aptidão para o desporto numa população infantil. Para tal, tiveram acesso a uma amostra composta por crianças (N=1.757; 922 rapazes e 835 raparigas) cujas médias de idades rondavam os dez anos (10,8 e 10,07 anos, para rapazes e raparigas).

Em termos genéricos, os resultados mostraram existir efetivamente uma correlação negativa significativa para os rapazes, correlação essa que, no entanto, não foi verificada nas raparigas. Mais especificamente, os valores medidos de 2D:4D no caso dos rapazes mostraram estar significativamente e negativamente correlacionados com as pontuações obtidas em várias das provas utilizadas para o efeito deste estudo e destinadas a conhecer o desempenho em diversas

dimensões físicas, como a flexibilidade, a velocidade, a resistência ou a força física⁴⁰; sendo de notar, à margem, que os desempenhos dos rapazes foram, no geral das provas, superiores aos das raparigas. Sendo de notar igualmente que no caso destas, os valores de 2D:4D foram significativamente correlacionados, no sentido positivo, com algumas (mas não todas das) características antropométricas medidas, nomeadamente a estatura, a massa corporal (e respetivo IMC) e a circunferência da cintura, não se tendo verificado correlação análoga no caso dos rapazes.

A título de conclusão, e após terem comparado os seus resultados com os resultados de outros estudos efetuados com adultos (e notando existirem algumas tendências comuns), os autores afirmam que na sua grande amostra de rapazes do País de Gales (Reino Unido), os níveis pré-natais elevados de testosterona e baixos de estrogénio (putativamente medidos através do 2D:4D), mostraram estar relacionados de forma significativa com valores elevados de capacidade aeróbica, de velocidade e de força física; relação que não foi encontrada nas raparigas. Nas raparigas, por seu lado, o *ratio* hormonal pré-natal inverso (i.e., baixos níveis de testosterona pré-natal e elevados níveis de estrogénio pré-natal) mostrou estar associado com a dimensão do corpo.

3.1.3.3. Estudos só com o sexo feminino

Por diferentes razões, existem alguns estudos realizados só com participantes do sexo feminino. À laia de introdução, podemos desde já adiantar que três deles (num total de seis) sugerem poder o 2D:4D não ser um fator de discriminação em termos de aptidão física em adolescentes do sexo feminino; o que, de algum modo, vai ao encontro das conclusões que acabámos de referir do estudo de Ranson, Stratton e Taylor (2015). Sendo, todavia, de notar que dois investigadores, Peeters e Claessens, são coautores desses três estudos (cf. Peeters & Claessens, 2012, 2013; Peeters, Van Aken & Claessens, 2013), o que poderá limitar a suposta universalidade dos resultados obtidos. Sendo igualmente de notar que nos três estudos foram utilizadas radiografias da mão e pulso esquerdos, provenientes de um outro estudo, realizado previamente e que nada tinha a ver com estes. Daqui resultaram medições bastante precisas do 2D:4D, o que é de louvar, mas, ao mesmo tempo, os autores só dispuseram das medições efetuadas para a mão esquerda, o que limita o alcance das conclusões em qualquer destes três estudos.

⁴⁰ Os autores utilizaram um protocolo denominado «testes Eurofit», incluindo provas como a capacidade de preensão manual, a capacidade de salto parado ou a velocidade em corridas curtas (*sprints*).

Não obstante as limitações apontadas, todos estes estudos merecem a nossa atenção, uma vez que relacionaram o 2D:4D, medido em ginastas de competição e em adolescentes sedentárias, com múltiplos aspetos da condição física e um número selecionado de traços antropométricos rigorosamente medidos⁴¹.

Em jeito de síntese, o primeiro dos três estudos (Peeters & Claessens, 2012) utilizou uma amostra composta por 129 ginastas artísticas de elite de nível mundial (pertencentes à amostra maior das participantes no 24º campeonato do mundo da modalidade, decorrido em 1987, em Roterdão), cujos resultados nas diferentes medidas efetuadas foram comparados com uma segunda amostra, composta igualmente por 129 raparigas sedentárias (por sua vez, selecionadas de uma amostra total de 9.414 raparigas, representativas da população escolar flamenga) emparelhadas pela idade.

Os dados obtidos neste estudo, assim como os dados obtidos no segundo estudo (Peeters & Claessens, 2013), realizado apenas com ginastas da mesma amostra inicial (N=145), mas divididas em três subgrupos consoante o seu nível de desempenho, levaram os autores a referir que apesar de terem encontrado diferenças signitivas entre os vários grupos considerados, a nível das características antropométricas, tais diferenças não se encontram expressas através do 2D:4D da mão esquerda. Por essa razão, Peeters e Claessens entendem que o 2D:4D, pelo menos quando medido somente na mão esquerda, não é um fator capaz de discriminar níveis de desempenho em atletas de nível mundial de ginástica artística (Peeters & Claessens, 2013), do mesmo modo que não permite discriminar tais atletas de raparigas sedentárias (Peeters & Claessens, 2012).

O terceiro estudo (Peeters, Van Aken & Claessens, 2013), utilizou a mesma população que serviu para amostra de referência no segundo estudo, da qual foi extraída uma amostra de raparigas adolescentes (N=178), ainda com o objetivo de relacionar a aptidão física, as várias características antropométricas atrás referidas e o 2D:4D, medido (recorde-se) através de radiografias, somente na mão esquerda. Os resultados deste terceiro estudo vão de certa forma ao encontro dos resultados apurados nos dois estudos anteriores, no sentido em que o 2D:4D, nas condições já mencionadas, não parece servir como indicador de nenhum componente de aptidão física em raparigas adolescentes; não servindo por conseguinte para discriminar

⁴¹ Tais como equilíbrio, velocidade de movimento dos membros (inferiores e superiores), flexibilidade, força explosiva, força estática, força do tronco, força funcional ou velocidade e agilidade na corrida, no caso da condição física; estatura, massa corporal, IMC, componentes somatotípicos e o índice de androgenia de Bayer & Bailey, no segundo caso (Peeter, Van Aken & Claessens, 2013).

capacidades desportivas extraordinárias no caso feminino; ao contrário do que sucede com outras características antropométricas, que são utilizadas em programas de deteção de talentos para a capacidade desportiva em raparigas.

É interessante notar desde já, antes de passar aos restantes estudos desta secção, que os resultados destes três estudos vêm de algum modo confirmar os resultados que apresentámos anteriormente, no sentido em que parecem existir diferenças quanto à capacidade do 2D:4D servir para prever melhores desempenhos desportivos em função do sexo e da modalidade desportiva considerados. Isto é: estas três investigações que incidiram apenas sobre participantes femininas, por um lado, e numa modalidade muito específica, por outro lado, cujos requisitos físicos não são claramente os mesmos dos desportos de combate, ou que impliquem maior violência ou agressividade, vêm como que confirmar por omissão que o 2D:4D terá a ver com certas dimensões, por sua vez relacionadas com a testosterona (atual ou pré-natal), e não com outras dimensões.

Abordando agora os restantes três estudos com participantes apenas femininos, começaríamos por sublinhar o facto de se terem verificado em todos eles as correlações significativas negativas que usualmente a literatura refere existir entre o 2D:4D (em ambas as mãos) e as capacidades ou requisitos físicos para certos desportos.

Seguindo uma ordem cronológica, teremos em primeiro lugar o estudo de Pokrywka, Rachon, Suchecka-Rachon e Bitel (2005), que parte do princípio teórico evolucionista de que a evolução da espécie levou a que os homens, mais do que as mulheres, fossem selecionados em função de instintos de competição, úteis em disputas de estatuto social. Nesse âmbito, as autoras acreditam que os androgénios pré-natais são importantes no desenvolvimento de tais instintos que, no mundo atual, se revelam ou exprimem em particular na prática de certos desportos, sobretudo a nível profissional ou de elite. O que as levou, justamente, a estudar uma amostra (N=148) de mulheres atletas de modalidades diversas, distinguidas pelo facto de serem consideradas desportistas de elite ou não. Concretamente, as autoras procuraram averiguar se as desportistas de elite terão estado mais expostas à testosterona fetal, quando comparadas com outras atletas de nível inferior ou mesmo com mulheres sedentárias, objetivo esse que as levou a medir o comprimento dos dedos em três grupos homólogos de participantes femininas, já que o 2D:4D é considerado, tal como temos vindo a afirmar ao longo desta dissertação, um biomarcador putativo de tal exposição. Os resultados obtidos foram ao encontro das expectativas das autoras, pelo menos parcialmente, na medida em que, efetivamente, confirmaram que as desportistas de elite que participaram neste estudo apresentavam valores

de 2D:4D significativamente menores na mão esquerda em relação aos outros dois grupos de mulheres consideradas. Sendo, todavia, de notar, tal como sublinham as próprias autoras, que os valores de 2D:4D da mão direita não apresentaram diferenças significativas entre os grupos estudados. Esta assimetria entre as mãos direita e esquerda, no que diz respeito ao 2D:4D e as capacidades atléticas — ou, se se preferir, entre os dois lados do corpo — é digna de registo e foi encontrada por outros estudos, pelo que voltaremos a ela adiante.

Sensivelmente um ano após este estudo, foi publicado um outro, algo atípico, na medida em que utilizou uma amostra relativamente grande (N=607) de mulheres da população em geral (e não necessariamente desportistas), com uma idade média relativamente elevada (cerca de 54 anos), cadastradas num registo britânico de irmãos gémeos, às quais tinham sido efetuadas radiografias a ambas as mãos. Aproveitando justamente a existência de tais radiografias, Paul, Kato, Hunkin, Vivekanandan e Spector (2006), conceberam um questionário de autoavaliação, através do qual estabeleceram retrospectivamente os diferentes níveis de participação num conjunto de 12 modalidades desportivas que as participantes poderiam, ou não, ter praticado durante a sua vida (a partir dos 11 anos); e, em caso afirmativo, em que grau ou nível o teriam feito⁴².

É de destacar desde já a grande particularidade, a nível metodológico, deste estudo, que foi o facto de, tal como os três estudos referidos anteriormente (cf. pp. 56 e ss.; Peeters & Claessens, 2012, 2013 e Peeters, Van Aken & Claessens, 2013), ter utilizado radiografias feitas às mãos para a medição do comprimento dos dedos e, conseqüentemente, determinar os valores de 2D:4D. Ou seja, é uma vez mais digno de registo o rigor assim obtido, sendo, porém, de notar que neste estudo as medições foram realizadas em *ambas as mãos*, o que não sucedera nos três anteriores e que, por conseguinte, limitava o seu âmbito.

É interessante notar que, apesar da sua atipicidade, os resultados apurados revelaram em termos globais a existência de uma correlação negativa — ou seja, no sentido que era esperado — entre um maior nível de participação em qualquer dos desportos considerados e os valores

⁴² O nível de participação em tais modalidades foi determinado pelo mais alto nível de competição desportiva que cada uma das participantes eventualmente terá atingido na sua vida, tendo sido concebido e proposto para tal efeito um questionário de autoavaliação, com uma lista de 12 desportos (natação, ciclismo, corrida, ginástica, ténis, *badminton*, *squash*, golfe, esqui, futebol, *cricket* e artes marciais); cabendo às participantes assinalar se tinham, ou não, praticado qualquer/quaisquer uma dessas modalidades desportivas, especificando em caso afirmativo o nível competitivo mais elevado atingido, utilizando para tal uma escala de cinco pontos, desde “participação social apenas” até “participação a nível nacional”, passando por níveis intermediários (nível da equipe da escola, nível da equipe do clube, etc.).

medidos de 2D:4D *de ambas as mãos*. Isto é, tendo tido o cuidado de ajustar o nível de participação em função das idades, os autores obtiveram resultados específicos para cada modalidade e uma classificação genérica, representando uma espécie de sùmula da participação em qualquer desporto ou de capacidade em geral para praticar desporto. Este último valor, assim como o valor específico para a modalidade “corrida”, mostraram estar negativamente correlacionados com os valores de 2D:4D, a um nível de significância estatística relativamente elevado ($p < 0,05$). As restantes onze modalidades mostraram igualmente estar negativamente correlacionadas com o 2D:4D, sem, no entanto, terem atingido valores de significância estatística.

Os autores acreditam, baseados nos resultados apurados, que valores baixos de 2D:4D (ou seja: valores “masculinizados”) estão associados ao aumento da execução e da capacidade desportiva nas mulheres. Acreditando, por conseguinte, que o 2D:4D pode ser considerado um indicador de potencial da capacidade desportiva em relação às mulheres. No entanto, numa atitude prudente que é de sublinhar, consideram ser necessária mais investigação, nomeadamente (tal como outros autores o sugeriram) para se poder determinar se o 2D:4D pode ou não vir a ser utilizado numa fase pré-competitiva, com a finalidade de prever a possível futura capacidade de um ou uma eventual atleta.

Um terceiro estudo apenas com participantes do sexo feminino, também ele utilizando medições de ambas as mãos e com características muito particulares, foi realizado por Bescós *et al.* (2009). Especificamente, este estudo, para além de utilizar os 2D:4D de ambas as mãos e a medição da assimetria direcional dos *ratios* (Dr-I), utilizou ainda como marcador putativo para as concentrações de androgénio pubertário-adolescente, os comprimentos absolutos dos dedos, com o objetivo de encontrar evidências de associações entre o desempenho de esgrima numa das suas modalidades (a espada) e os referidos biomarcadores putativos. Sendo que a utilização algo pioneira do segundo biomarcador (os comprimentos absolutos dos dedos) partiu da premissa de que tal biomarcador (suportando-se noutros estudos, como por exemplo Lippa, 2006) reflete as concentrações da ação dos androgénios no período pubertário-adolescente — ao passo que o quociente do tamanho dos dígitos 2D:4D reflete, como sabemos, as concentrações de androgénios *pré-natais*. Sendo de igual modo de notar que a escolha da esgrima também não foi fortuita, já que, assinalam os autores, trata-se de uma arte marcial com características muito particulares. É, por um lado, um desporto de combate muito exigente, com uma ênfase elevada nos tempos de reação muito curtos, na velocidade, na destreza manual, na forma cardiovascular e na capacidade visuo-espacial. É, por outro lado, referem ainda os

autores, um desporto que favorece determinadas características de personalidade, como a ambição, a percepção rápida, o desejo de ser bem-sucedido, a dominância, a agressividade, a independência e a competitividade; características estas que, por uma razão ou outra, se tendem a associar à (suposta) masculinidade. É, ainda, uma das formas de combate (estilizada) que mais se pode comparar à luta diádica (como num duelo) e a formas passadas de guerra (batalhas letais).

Para tal efeito, Bescós e colegas tiveram acesso a uma população muito especial: a seleção das 600 melhores esgrimistas femininas do *ranking* mundial, que competiram no *Barcelona World Cup* de 2008. Desta população, foi retirada uma amostra (N=87) de esgrimistas de 32 nacionalidades, às quais foram efetuadas uma série de medidas (além dos comprimentos dos dedos) e verificações (em particular das suas posições nos *rankings* mundiais). Os resultados apurados revelaram sobretudo que valores menores de 2D:4D — ou seja valores mais “masculinizados” — se correlacionaram significativamente com as melhores posições nos *rankings* mundiais, atuais e passados; sendo de notar que os autores tiveram em consideração os fatores que mais influenciam o 2D:4D (nomeadamente, a etnia) e a posição nos *rankings* mundiais (especificamente, a estatura, o peso e os anos de experiência em competições internacionais). Sendo igualmente de sublinhar que os dedos mais longos (“masculinizados”) se correlacionaram significativamente com as melhores posições nos *rankings* mundiais (atuais e passados), tal como se esperava, embora tais correlações tenham deixado de ser significativas quando se teve em consideração os fatores atrás referidos; o que *talvez* signifique que a influência dos androgénios pré-natais para a prática deste tipo de desporto seja mais significativa do que a ação dos androgénios no período pubertário-adolescente. Duas últimas notas, menores, deste estudo para referir que a lateralidade à esquerda foi muito mais prevalente nesta amostra do que na população em geral do sexo feminino; e que as esgrimistas esquerdinas apresentaram valores um pouco, mas não significativamente, menores de 2D:4D, assim como melhores posições nos *rankings* mundiais.

Para terminar esta secção, e à laia de síntese, embora devamos enfatizar a necessidade de haver mais investigação nesta matéria (tal como é sugerido pela generalidade dos autores), a tendência encontrada nestes estudos realizados apenas com o sexo feminino, vai no sentido de que as atletas que apresentam menores valores de 2D:4D terão tendência a revelar melhor desempenho a nível desportivo; pelo menos em determinados desportos, em particular aqueles com características mais competitivas (ou com maiores exigência físicas, ou que impliquem maior agressividade, etc.); e ao nível profissional ou de elite.

3.1.3.4. Estudos só com o sexo masculino

No que diz respeito aos estudos realizados apenas com o sexo masculino, podemos inferir que também neste caso concreto (a exemplo da referência que fizemos em relação ao estudo de Pokrywka *et al.* (2005) aludido anteriormente, só com mulheres), poderá dever-se ao facto de alguns autores partirem do princípio teórico evolucionista de que a evolução da espécie possa ter conduzido a que os homens (mais do que as mulheres) fossem selecionados em função de instintos de competição. Com efeito, Manning e Taylor (2001) em nota introdutória aludindo a Darwin⁴³, sugerem que a capacidade em muitos desportos e disciplinas desportivas pode atuar como um procurador para a capacidade em combate entre machos, porque eles exigem bom julgamento visuo-espacial, velocidade, resistência e força.

Dito por outras palavras, parece ter sido com base em tal princípio teórico que alguns autores centraram a sua investigação no estudo da capacidade para o desempenho desportivo apenas com participantes do sexo masculino. É de notar ainda que também neste caso foram realizados poucos estudos (sete por nós consultados), podendo-se destacar desde já o facto de ter sido notado em todos eles a existência de correlações significativas entre o menor 2D:4D e o desempenho desportivo.

Passando a fazer referência aos estudos e seguindo a mesma ordem cronológica que utilizámos anteriormente, começaremos justamente, por Manning e Taylor (2001), que utilizaram uma amostra composta por dois grupos de sujeitos (N=837; 304 que jogavam ou tinham jogado futebol profissional e 533 sujeitos que serviram de controlo). Neste estudo realizado com o objetivo de analisar a possível correlação entre o 2D:4D e a capacidade para o futebol nos dois grupos participantes, os autores notaram que os jogadores profissionais de futebol apresentaram menores valores 2D:4D do que os elementos da amostra que serviram de controlo. Sublinham ainda que os jogadores de equipas de primeiros escalões revelaram menor 2D:4D do que os jogadores de reservas.

Cerca de oito anos após o estudo referido anteriormente (que podemos considerar ter sido o pioneiro a debruçar-se sobre a correlação entre a capacidade para o desporto e o *ratio*), outro estudo, também ele tendo como primeiro autor Manning (Manning & Hill, 2009), também procurou avaliar, apenas no sexo masculino, a associação do 2D:4D com o desempenho, mas

⁴³ Os autores notam didacticamente que Darwin, ao desenvolver e defender a sua teoria evolucionista, reconheceu duas formas básicas de seleção sexual: a escolha do companheiro (ou seja, a seleção intersexual) e a concorrência dentro de um sexo, geralmente do sexo masculino, para os recursos que facilitem o acesso a companheiros (ou seja, a seleção intrasexual). Aqui, referem-se à segunda forma.

numa corrida de velocidade a pé. Mais especificamente, este estudo, partindo das sugestões avançadas por outros que apontavam para a possibilidade da resistência na corrida se apresentar como um importante traço relacionado com 2D:4D, procurou averiguar a possibilidade da aceleração em distâncias curtas poder ser prevista pelo 2D:4D. Utilizando uma amostra (N=241) composta por rapazes com idades que variaram entre os 10 e os 17 anos, participantes num programa de identificação de talentos atléticos realizado no Qatar⁴⁴ em 2006, tendo sido expostos à realização de várias provas de *sprint*, intervaladas entre si, com pausas de dois minutos e meio, para recuperação. Os resultados obtidos, mostraram uma correlação positiva entre os tempos mais elevados nas corridas de 50 metros e os valores 2D:4D, sendo de notar que tal associação também foi encontrada em intervalos de espaços registados durante o percurso dos 50 metros (aos 20, 30 e 40 metros respetivamente), independentemente da idade, do IMC e do índice de maturação. No entanto, sublinham os autores, as associações entre 2D:4D e corrida de velocidade foram muito mais fracas do que aquelas que tinham sido relatadas para a corrida de resistência.

Aproximadamente um ano depois surgiu o estudo de Bennett *et al.* (2010) que teve por objetivo examinar a relação entre o 2D:4D e o desempenho numa amostra composta por jogadores de *rugby* de elite e um grupo de controlo composto por sujeitos (N=88; 28 jogadores atacantes e 16 defesas e 44 controles pareados por idade) abordados a partir da população geral do Reino Unido, a residirem em centros urbanos, frequentadores de duas bibliotecas e outros dum centro de lazer. É de notar, John Manning é igualmente um dos autores deste estudo.

Comparados com os participantes que compunham o grupo de controlo, os jogadores eram maiores e tinham menor 2D:4D quer da mão direita, quer da mão esquerda. Quanto ao desempenho, os autores mencionam que no que diz respeito ao número de placagens, os jogadores com baixo 2D:4D na sua mão direita e com baixo 2D:4D da mão direita quando comparado com a mão esquerda (isto é, menor 2D:4D na diferença direita/esquerda), tiveram um elevado número de placagens. Sublinham ainda que valores baixos 2D:4D da mão direita e valores baixos 2D:4D na diferença direita/esquerda foram significativamente associados com um grande número de tentativas. Os resultados sugerem ainda que o baixo 2D:4D da mão direita e baixo 2D:4D da diferença direita/esquerda são preditores de alto desempenho no *rugby*.

⁴⁴ Os autores destacam que o programa TID incluiu quatro medidas antropométricas (altura de pé e sentado, massa corporal, nível de maturação). Tendo incluído uma medida de *sprint* de 50 metros.

Por seu lado, Malik & Malik (2011) realizaram um estudo algo peculiar, com dois grupos de amostras de modalidades muito específicas: um grupo com 76 jogadores de andebol masculino e outro grupo com 62 atletas de tiro com arco. Este estudo teve a particularidade de investigar a possível correlação entre o *ratio* e a testosterona sérica⁴⁵ neste tipo de atletas, por considerarem que exigem diferentes composições fisiológicas, psicológicas e físicas⁴⁶. Os autores notaram que os resultados obtidos revelam uma relação negativa significativa entre índices séricos de testosterona e os *ratios* nos jogadores de ambas as modalidades. Notam ainda que os resultados revelam evidências que relacionam a possibilidade do 2D:4D poder ajudar a indicar potencial para o atletismo ou a realização em níveis de competição, mas que a validade externa pode ser limitada a apenas desportos específicos.

Hill *et al.* (2012) procuraram investigar a relação entre o 2D:4D e o alto consumo máximo de oxigénio ($VO_{2max.}$) numa amostra de rapazes adolescentes (N=41). O estudo incidiu na previsão de que indivíduos com baixo 2D:4D da mão direita, em particular aqueles que apresentavam baixo 2D:4D da mão direita comparados com 2D:4D da mão esquerda (ou seja, 2D:4D direita/esquerda), teriam um alto consumo máximo de oxigénio. Efetivamente, os resultados revelaram que o baixo 2D:4D direita/esquerda estará relacionado com o desempenho desportivo e alta sensibilidade e ou altas concentrações de testosterona pré-natal, sugerindo desse modo que a variação individual no $VO_{2max.}$ é um fator subjacente que liga 2D:4D direita/esquerda e o desempenho desportivo; resultados estes que, não é demais sublinhar, foram obtidos com uma amostra não representativa, de pequena dimensão.

Outro estudo, relativamente recente, a merecer a nossa atenção foi o de Schorer *et al.* (2013), que incidiu na comparação de diversas variáveis relacionadas com o 2D:4D entre jogadores alemães de futebol americano de diferentes níveis de capacidade. Mais especificamente, foi utilizada uma amostra (N=79) composta por jogadores que faziam parte de equipas da primeira liga (n=17), da segunda liga (n=24), da quarta liga (n=18) e da quinta liga (n=20)⁴⁷. Destacam os

⁴⁵ Como notam os autores, a testosterona sérica foi obtida através da extração de cinco mililitros de sangue venoso de veias medianas cubitais/cefálicas do braço, de 53 indivíduos (de um total de 138) a ocupar posições de destaque a nível nacional ou universitário, entre seis e seis horas e meia antes da sessão de treino, por um técnico treinado.

⁴⁶ Malik & Malik (2011) partiram do pressuposto de que a força de braços, a calma, a concentração, a precisão e a consistência são características muito mais importantes para um arqueiro do que a capacidade de resistência aeróbia, o poder e a agressão. Por essa razão exploraram as relações entre o quociente 2D:4D e a testosterona sérica em atletas de andebol e tiro com arco. Os autores sublinham ter-se verificado uma diferença significativa ($p = 0,01$) nos 2D:4D dos jogadores de andebol e de tiro com arco. Mencionam ainda que as concentrações séricas de testosterona livre e total foram significativamente maiores nos jogadores de andebol.

⁴⁷ Os autores referem ter realizado um t-teste e análise de variância para explorar as diferenças entre as equipas e comparar os rácios com dados normativos.

autores que a amostra, em termos gerais, caracterizava-se desde logo por valores de 2D:4D significativamente abaixo do que se pode considerar a norma para população geral. Por seu lado, quanto aos resultados, foram notadas diferenças significativas para a mão esquerda e para o *delta* ($\Delta r-l$) dos *ratios* de ambas as mãos, o mesmo não sucedendo com a mão direita.

Por fim, o estudo (N=41) também recente, de Panda *et al.* (2014), que também avaliou o *delta* dos *ratios* ($\Delta r-l$), incidiu na avaliação de uma possível associação entre o 2D:4D de jogadores da elite indiana na modalidade de vólei (N=16), contando com uma amostra que serviu de controlo (N=25), composta por indivíduos que não praticavam qualquer tipo de desporto. Os autores notaram uma diferença altamente significativa nos 2D:4D de ambas as mãos dos jogadores de vólei, revelando valores menores em relação aos participantes da amostra de controlo. Porém, sublinham, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa do 2D:4D ($\Delta r-l$) entre os jogadores de vólei e os sujeitos do grupo de controlo. Acresce que as amostras utilizadas são bastante reduzidas.

3.1.3.5. Síntese

Tal como referimos de início, este é um tema que necessita notoriamente de mais investigação, o que, calculamos, poderá e deverá acontecer nos próximos anos, uma vez que há a possibilidade deste putativo biomarcador poder ajudar a indicar potencial para o atletismo ou outros desportos a nível de competição, mesmo que a sua validade externa venha a limitar-se apenas a desportos específicos (Malik & Malik, 2011).

Para além disso, é curioso notar, fazendo aqui uma síntese dos principais resultados, que a associação do 2D:4D com a capacidade para atividades que envolvem esforço físico verifica-se pelo menos nalguns casos apenas ao nível de uma das mãos. Por exemplo, Hönekopp (2006) refere que os resultados do seu estudo revelam que tal relação, nas mulheres, apenas foi significativa para a mão esquerda, não tendo sido observada para a mão direita; e vice-versa para os homens.

Por seu lado alguns estudos relataram a existência de uma correlação entre o 2D:4D em ambas as mãos e a capacidade desportiva (Bennet *et al.*, 2010 [estudo realizado apenas com homens]; Paul *et al.* (2006) [estudo realizado apenas com mulheres]; Longman *et al.*, 2011 [estudo realizado com ambos os sexos]). Outros notaram a existência de tal associação significativa para 2D:4D na mão direita, mas não para o 2D:4D da mão esquerda (Bescós *et al.*, 2009; Fink *et al.*, 2006; Voracek *et al.*, 2010) e o inverso é comentado por Pokrywca *et al.* (2005).

Existem situações de estudos em que se verificou a relação com a diferença entre o 2D:4D da mão direita e o da mão esquerda (Dr-I) (Hill *et al.*, 2012) e com a média do 2D:4D tanto da mão direita como da mão esquerda (Paul *et al.*, 2006). Hönekopp e Schuster (2010) dão nota num trabalho de meta-análise que nenhuma mão previu a outra para a correlação entre 2D:4D e a capacidade atlética.

Enfim, é de destacar que dos poucos estudos encontrados, oito são da autoria ou coautoria de John Manning, havendo pelo menos três que embora tenham uma limitação, não encontraram evidências da relação 2D:4D. Além disso, doze são relativamente antigos (publicados entre 2001 e 2010). Dito por outras palavras, apenas catorze foram publicados nos últimos cinco anos. Tal facto, pese embora a relevância e o interesse que tais estudos acrescentam no sentido de encontrar no quociente 2D:4D um putativo biomarcador dos efeitos dos esteroides sexuais sobre o desempenho desportivo e a aptidão física, o número de estudos é ainda limitado.

4. Traços de personalidade

4.1. Introdução

Conforme Csathó *et al.* (2003) assinalavam há já uma quinzena de anos, tem havido interesse por parte da comunidade em averiguar a possibilidade de as hormonas sexuais pré-natais terem um papel crítico no desenvolvimento da personalidade. Havendo autores que partem do pressuposto de que tais hormonas, nomeadamente os androgénios, afetam ambos os sexos; e havendo, pelo contrário, quem pense que o seu papel mais ativo no desenvolvimento da personalidade ocorre somente no sexo feminino (*e.g.* Fink *et al.*, 2004; Williams *et al.*, 2003).

Neste âmbito, é de destacar especificamente os estudos (recenseámos pelo menos uma trintena) que têm usado o 2D:4D em conjugação com a avaliação de diversos traços e dimensões da personalidade, e que iremos analisar com algum detalhe a seguir. É o caso, entre outros, da agressividade, um tema deveras popular, com cerca de uma quinzena de estudos publicados (veja-se *e.g.* Butovskaya *et al.*, 2012; Ellis & Hoskin, 2015; ou Manning *et al.*, 2014). É o caso igualmente da busca de sensações, por vezes associada à agressividade (*e.g.* Austin *et al.*, 2002; ou Hampson *et al.*, 2008). Ou ainda de outros traços ou dimensões comuns na literatura, como o neuroticismo (*e.g.* Fink *et al.*, 2004 e Manning & Fink, 2011), como a amabilidade (*e.g.* Lippa, 2006; Luxen & Buunk, 2005), como a abertura à experiência (*e.g.* Lippa, 2006; van Honk *et al.*, 2011), a tomada de decisões (*e.g.* Coates *et al.*, 2009; Garbarino *et al.*, 2011; Stenstrom *et al.*,

2011) ou mesmo a depressão (e.g. Bailey & Hurd, 2005a; Williams *et al.*, 2003; Vermeersch *et al.*, 2008).

4.2. Agressividade

Começando pela *agressividade*, dada a popularidade do tema, podemos desde já destacar a diversidade de resultados obtidos e o facto de tais resultados por vezes contradizerem os resultados obtidos em estudos feitos anteriormente e que utilizaram métodos alternativos de análise hormonal. Sendo de destacar que estes, na sua essência, revelaram tenderem os homens a ser mais agressivos do que as mulheres, quer a nível físico (sobretudo ou de forma mais notória), quer a nível verbal.

Ou seja: no conjunto dos variados estudos que relacionaram o 2D:4D com a agressividade, alguns deles foram ao encontro desses estudos anteriores; enquanto que outros só obtiveram resultados significativos com os participantes do sexo feminino. É o caso, por exemplo, do estudo de Benderlioglu e Nelson (2004), que sujeitaram uma amostra de ambos os sexos (N=100) a condições de alta provocação, tendo obtido os resultados mais significativos apenas para as mulheres. Mais especificamente, e *somente quando provocadas*, as participantes femininas neste estudo com os menores *ratios* mostraram correlativamente índices mais elevados de agressividade física e verbal; e ainda níveis mais elevados de agressão reativa, quando considerada apenas a mão direita.

De forma simétrica, Bailey e Hurd (2005b), utilizando uma amostra composta por estudantes de Psicologia (N=298; 149 homens e 149 mulheres), obtiveram relações significativas apenas para os homens; e (também) apenas para a mão direita. Particularizando, verificou-se que os valores de 2D:4D mais baixos se correlacionaram com a agressividade física, mas não com a hostilidade, raiva ou agressividade verbal.

A mesma tendência, abrindo aqui um parêntesis na apresentação por ordem cronológica que tendemos a utilizar, terá sido observada num outro estudo (Hönekopp, 2011), que envolveu uma amostra relativamente extensa de participantes (1.038 homens e 1.254 mulheres). Isto é, refere o autor, foram encontradas correlações negativas, embora pequenas, entre o 2D:4D e as variáveis de agressão verbal e física nos homens; não tendo sido encontradas associações entre o mesmo 2D:4D e a agressividade no caso das mulheres. Dito por outras palavras, os resultados revelaram uma relação estatisticamente significativa entre o *ratio* (apenas na mão esquerda) dos homens e os níveis de agressão verbal. Contudo, é de sublinhar que este estudo, realizado *online*, tem limitações notáveis a nível metodológico, tal como têm todos os estudos, regra geral,

realizados dessa forma não presencial; e tal como têm, no âmbito específico do 2D:4D, os estudos nos quais a medição dos comprimentos dos dedos é realizada pelos próprios sujeitos. O autor tem a noção disso, assim como tem a noção da limitação de não ter inquirido acerca da origem étnica dos participantes, sabendo-se desde Manning (2002) que é possível que existam variações ou flutuações nos valores de 2D:4D em função do grupo étnico de origem. Com efeito, tal como reconhece Hönekopp, as medições efetuadas pelos próprios sujeitos tendem a não ser tão fiáveis como as medições realizadas por observadores exteriores, em geral especialistas; sendo estas, aliás, a norma nas investigações sobre o 2D:4D e não a exceção. Hönekopp que, no entanto, procura minimizar a magnitude de tal limitação, apresentando argumentos de valor discutível. Tal como, no fundo, também é discutível o modo como os participantes neste estudo se autoavaliaram em relação à agressão física, à agressão verbal e mesmo em relação à tomada de risco, que foi de igual modo considerada. Dito por outras palavras, parece-nos que os resultados deste estudo deverão ser considerados com bastante prudência.

O mesmo autor, desta feita em colaboração com outro, publicou no mesmo ano uma meta-análise de 17 estudos e uma tese de Mestrado, com o intuito de determinar a relação entre o 2D:4D e a agressão (Hönekopp & Watson, 2011). Os resultados, defendem estes autores, sugerem que no caso das mulheres, existe uma relação positiva, mas pequena, entre o 2D:4D da mão direita e a agressão; e no caso dos homens, uma relação negativa entre o 2D:4D de ambas as mãos e a agressão. Todavia, uma vez mais, julgamos ser necessária alguma prudência na interpretação destes resultados, uma vez que a quinzena de estudos que serviu de objeto a esta meta-análise revela uma grande heterogeneidade nas populações estudadas, entre outras limitações, tais como a própria dimensão (reduzida) das amostras, o método de amostragem utilizado para cada uma ou mesmo o facto de Hönekopp e Watson não saberem identificar as populações de pelo menos dois dos estudos considerados.

Encerrando agora este parêntesis, é de notar que Fink, Manning, Williams e Podmore-Nappin (2007) estudaram não exatamente traços da personalidade, mas aspetos da psicopatologia do desenvolvimento — entre os quais, a agressão, que aqui nos interessa — em duas pequenas amostras de crianças (no Reino Unido e na Áustria) em idade escolar (5 a 7 anos, no primeiro caso, e 6 a 11, no segundo). Não deixando de salientar a dimensão reduzida das amostras (N=58 e N=56, respetivamente) como uma das limitações deste estudo, Fink e colegas destacam, entre outros resultados, o facto de os valores mais baixos de 2D:4D se terem correlacionado com diversos índices de psicopatologia do desenvolvimento; em particular com os níveis de agressão e com os comportamentos desviantes mais acentuados; correlação verificada para ambos os

sexos, quer considerando as amostras separadamente, quer agregando-as. Naturalmente, notam os autores, as idades médias diferentes das duas amostras condicionam o tipo de psicopatologia do desenvolvimento revelada, desde a hiperatividade (por exemplo), mais típica das crianças mais novas, até à tendência para mostrar isolamento social, perturbação da conduta ou perturbação emocional, mais características de uma fase posterior do desenvolvimento. Seja como for, os níveis de agressão (avaliados pelos cuidadores das crianças, através de escalas específicas), tal como os níveis de perturbação da conduta, foram claramente associados aos valores mais baixos (logo, “masculinizados”) de ambas as amostras, sendo tal associação mais visível no caso dos rapazes. Ambos estes dados de algum modo não nos surpreendem, uma vez que parece existir algum consenso (que, aliás, os autores também salientam) quanto à maior prevalência psicopatológica nos rapazes, sobretudo a nível de perturbações que impliquem o agir. Por outro lado, agressão não é obviamente sinónimo de agressividade, enquanto traço de personalidade, mas cremos ainda assim que estudos como este poderão ajudar-nos a compreender a génese eventual de tal traço.

A agressão foi igualmente o objeto de estudo de Hampson, Ellis e Tenk, que contaram com a participação de 164 estudantes universitários (77 rapazes e 87 raparigas), a quem pediram para responder ao *Questionário de Agressão de Buss-Perry* (Hampson *et al.*, 2008). Os autores referem ter verificado, nas mulheres, associações entre menores *ratios* e pontuações mais elevadas na subescala da agressão; em relação aos homens, referem ter encontrado correlações significativas entre os 2D:4D mais baixos e a agressão verbal. É de notar que, segundo estes autores, para ambos os sexos, as correlações significativas foram obtidas apenas para a mão direita.

Fazendo um ponto provisório da situação, gostaríamos de realçar que existe bastante divergência ou disparidade quanto aos resultados obtidos pelos diversos estudos, quer aqueles que abordámos atrás, quer aqueles que iremos referir de seguida. Por um lado, quanto às correlações entre o 2D:4D e a agressão poderem existir (ou não) em função do sexo, conforme referimos logo no início deste subcapítulo. Por outro lado, quanto ao facto de tais correlações, reportadas pelos diferentes estudos, poderem ser mais notadas para a mão direita, para a mão esquerda ou para ambas as mãos. Por outro lado, ainda, quanto à possibilidade de não serem sequer encontradas quaisquer correlações. É o caso, a título de exemplo, do estudo de Austin *et al.* (2002) que embora tenha encontrado resultados para outras dimensões estudadas, não encontrou associações significativas entre o 2D:4D e agressão, quer física quer verbal, medida

através do *Questionário de Buss e Perry*, bastante utilizado neste tipo de estudos⁴⁸. É o caso igualmente do estudo de Vermeersch, T'Sjoen, Kaufman e Vincke, realizado com quase 600 participantes adolescentes (301 e 298 do sexo masculino e feminino, respetivamente), onde não foram encontradas correlações entre o *ratio*, a agressividade e assunção de riscos em qualquer dos sexos (Vermeersch *et al.*, 2008).

Feito este breve ponto da situação, é interessante salientar agora um estudo muito atípico, realizado por oito investigadores junto de uma população ela própria muito atípica: um grupo de cerca de uma centena e meia de caçadores-recolectores, dos poucos que ainda existirão no mundo, de etnia Hazda (Butovskaya *et al.*, 2012). Efetivamente, procurou-se neste estudo associar aspetos *a priori* pouco estudados em conjunto, como o polimorfismo de três genes específicos, a distribuição (ou frequência) dos seus alelos comparativamente a outras populações africanas, o seu eventual papel na expressão da agressividade e da masculinidade e ainda o próprio 2D:4D, bem como a assimetria direcional neste indicador entre a mão direita e a mão esquerda. Torna-se, por conseguinte, difícil resumir aqui, em poucas palavras, aquilo que os próprios autores consideram ser a grande complexidade dos possíveis efeitos genéticos (ou da expressão dos três genes em questão) no 2D:4D e na agressão; tanto mais que, frisam, devem ser estudados futuramente outros genes como possíveis candidatos a tais possíveis relações. Não obstante tal limitação nossa, não podemos deixar de sublinhar o interesse deste estudo, realizado com uma população que ainda pratica a caça/recoleção e que foi sujeita ao longo dos tempos a uma pressão seletiva muito forte, devido à dureza do seu ambiente e do seu modo de vida, onde não existe (por exemplo) o recurso a cuidados médicos modernos. Por outro lado, este povo é, talvez como representante típico dos caçadores-recolectores, um povo com uma cultura de igualdade, cultura que não favorece de forma alguma, membros com comportamentos dominantes ou agressivos; comportamentos que, a existirem, terão provavelmente uma origem mais genética, se assim nos podemos exprimir⁴⁹.

⁴⁸ Este estudo na realidade resulta da junção dos resultados obtidos em dois estudos idênticos, mas realizados em locais diferentes do Reino Unido: na Escócia (Edimburgo; com 79 homens e 86 mulheres) e em Inglaterra (Liverpool, com 49 homens e 51 mulheres). É digno de nota o facto de este estudo ter empregue seis instrumentos diferentes, dos quais o *Questionário de Buss e Perry* acima referido é um exemplo; em particular, porque foram dessa forma estudadas outras dimensões, entre as quais a rotação mental. Voltaremos, por conseguinte, a este estudo adiante.

⁴⁹ Podemos referir, sobretudo a título de curiosidade, que os autores utilizaram para efeitos de medição da agressividade uma versão especialmente adaptada do *Questionário de Agressão de Buss-Perry*, que foi aplicada aos 142 participantes masculinos deste estudo (Butovskaya *et al.*, 2012). Podemos de igual modo referir, sob pena de não estarmos a ser exaustivos, um estudo realizado sensivelmente um ano antes, que tinha examinado a variação no comportamento agressivo em relação aos valores de 2D:4D de uma amostra de 188 homens e a polimorfismos no recetor de androgénio (Hurd *et al.*, 2011). Em termos muito sintéticos, os autores referem não ter encontrado

Aspetos completamente diferentes foram estudados por dois estudos algo peculiares, realizados na Alemanha e na Coreia do Sul, respetivamente. Apesar de tais estudos não medirem diretamente valores relacionados com possíveis traços agressivos da personalidade dos participantes que compunham a amostra, consideramos ser interessante analisarmos aqui alguns dos resultados a que chegaram, até mesmo pela peculiaridade dos objetivos que se propuseram investigar.

O primeiro desses estudos foi realizado por Schwerdtfeger, Heims e Heer em 2010, tendo utilizado para o efeito uma amostra composta só por automobilistas alemães do sexo masculino (N=77) e tendo como objetivo relacionar o 2D:4D com violações de trânsito em condutores frequentes⁵⁰. Os resultados, sublinham Schwerdtfeger *et al.* (2010) mostraram uma relação entre menores valores de 2D:4D e os pontos de penalização registados na carta de condução, sugerindo por conseguinte maior número ou maior gravidade de infrações de trânsito por parte dos indivíduos com maior exposição pré-natal à testosterona. Sublinham ainda que o 2D:4D da mão direita correlacionou-se com algumas variáveis psicológicas sexualmente dimórficas, que incluem agressividade e os comportamentos de risco.

Contudo, este estudo, tal como os próprios autores referem, contém algumas limitações, devendo por esse facto ser analisado com as devidas precauções. Das limitações apontadas, há desde logo a considerar o facto de o tamanho da amostra ser bastante reduzido, o que permite questionar a robustez dos resultados. Outra limitação prende-se com o facto de apenas ter participantes do sexo masculino, não permitindo generalizar os resultados. Enfim, é de sublinhar que, tal como referimos (cf. nota 50) os dados das violações de trânsito terem sido autorrelatados, podendo eventualmente os resultados serem pouco fiáveis. Esta última é uma limitação transversal a todos os estudos que utilizam medidas autorrelatadas, como já fizemos referência em relação a outros estudos em capítulos anteriores, pelo que, tal como sugerem Schwerdtfeger *et al.* (2010), os resultados deveriam ser complementados por outros estudos realizados com dados objetivos.

O segundo estudo, realizado na Coreia do Sul, tratou um aspeto completamente diferente. Com efeito, Huh (2011), investigou em estudantes liceais do sexo masculino (N=188) a possível

evidências quanto à influência do gene RA no 2D:4D para a mão direita. Segundo os mesmos autores, os resultados sugerem que o 2D:4D pode não refletir maior sensibilidade à testosterona através do gene RA, com alelos que conferem maior sensibilidade ao androgénio e que estão associados com a propensão para a agressão.

⁵⁰ É de notar, explicam os autores, que o comportamento de infração foi aferido através dos pontos de penalização na carta de condução. Esta medida, que em condições ideais devia ser obtida junto da instituição central que regista tais infrações, foi, contudo, obtida por autorrelato, uma vez que não existia forma de inquirir diretamente a instituição.

relação entre o *ratio* e as preferências por conteúdos de entretenimento. Os resultados sugerem que sujeitos com valores de 2D:4D mais “masculinizados” — ou seja, mais baixos — mostram maior preferência por conteúdos agressivos; nomeadamente, filmes de ação, transmissões televisivas de desportos violentos, jogos que implicam matar⁵¹, entre outros.

Embora não diretamente associado com as preferências por conteúdos de entretenimento, como no estudo que acabámos de referir, mas de algum modo relacionado com alguns desses aspetos (ainda que de forma indireta), nomeadamente no que diz respeito aos conteúdos agressivos, merece-nos aqui uma menção o estudo de Kilduff *et al.* (2013). Realizado no Reino Unido, investigou a possível influência dos conteúdos de entretenimento (visionamento de filmes de conteúdo agressivo) em relação à predisposição para os comportamentos agressivos e a sua possível relação com o 2D:4D. Tal como notaram os autores, os valores de 2D:4D correlacionaram-se negativamente (embora tendo sido usadas apenas as medições à mão esquerda), com a predisposição dos sujeitos para a agressão após o visionamento do excerto de um filme de conteúdo agressivo. Contudo, devemos salientar que os resultados deste estudo dificilmente são generalizáveis, dado a qualidade insuficiente da amostra (apenas participantes masculinos, em número reduzido: N=45) e dado o facto de ter sido medida apenas a mão esquerda.

Enfim, mais recentemente, num estudo que envolveu 2.059 estudantes universitários na Malásia e 1.291 nos Estados Unidos e que se propôs testar a hipótese de elevados níveis de androgénios pré-natais poderem promover tendências criminosas na vida adulta em ambos os sexos (usando para tal questionários abrangendo 13 categorias de atos delinquentes e criminosos), Ellis & Hoskin (2015) referem ter encontrado correlações estatisticamente significativas entre o grau dos tipos de infrações e os valores de 2D:4D para a mão direita. O que levou os autores a sugerir que uma exposição elevada a androgénios durante o período pré-natal *pode* contribuir para a maioria das formas de infração ou crime que ocorrem após o início da puberdade, período para o qual existem vários estudos que analisam os valores circulantes de androgénios. Apesar da

⁵¹ A título meramente de curiosidade, achamos ser interessante recordar aqui um estudo anterior (a que fizemos alusão no capítulo dedicado à relação entre o 2D:4D e desempenho desportivo), Voracek *et al.* (2010), que examinou a associação entre 2D:4D e o desempenho de atletas masculinos e femininos praticantes de esgrima, nomeadamente na sua forma mais agressiva, como é considerada a modalidade utilizando o sabre. Este estudo, apesar de não podermos compará-lo com o estudo de Huh (2011) — desde logo porque diferem claramente nos objetivos que procuraram analisar, por outro lado porque os jogos de matar em causa (jogos virtuais), não deverão ter grandes semelhanças com as atividades desportivas mais agressivas — não deixa de ser curioso, contudo, o facto de em ambos os estudos (num caso relacionado com jogos desportivos reais e noutro com jogos virtuais) terem sido encontradas relações com menores 2D:4D.

ideia subjacente ser interessante (a chamada “Hipótese do Androgénio Pré-natal”), é de lastimar que este estudo apresente o mesmo tipo de limitação já apontado noutros estudos: a saber, o facto de as medições (neste caso, apenas para a mão direita) do comprimento dos dedos terem sido efetuadas pelos próprios participantes, sem sequer haver a preocupação de obter uma medida rigorosa. Tal limitação afeta seriamente as conclusões deste estudo.

Finalizando, não podemos terminar esta secção sem referir um artigo teórico, de síntese, no qual Manning e Fink, dois nomes de referência na área do estudo sobre o *ratio* 2D:4D, juntamente com mais três autores, avançam uma hipótese interessante, algo relacionada com a agressividade (mas não apenas a agressividade) e o 2D:4D (Manning, Kilduff, Cook, Crewther & Fink, 2014). Como é sabido, e já aludimos a isso várias vezes ao longo das páginas anteriores desta dissertação, a exposição à testosterona e ao estrogénio num período crítico do desenvolvimento intrauterino que termina *grasso modo* no primeiro trimestre da gravidez, pode vir a ter efeitos ditos *organizacionais* na vida futura do sujeito, em várias dimensões (fisiológicas, comportamentais, cognitivas e outras) do seu funcionamento. Ou seja, o 2D:4D parece estar relacionado com várias dimensões, conforme temos vindo a mostrar ao longo das últimas páginas. Contudo, o que não deixa de parecer uma ironia, parece não ter uma correlação firme, e estatisticamente significativa, com os níveis ditos *activacionais* das mesmas hormonas, na vida adulta. Aquilo que Manning *et al.* hipotetizam é que a exposição à testosterona e ao estrogénio pré-natais pode ter efeitos organizadores no sistema endócrino, no sentido de poder vir a servir de moderador desses efeitos *activacionais* das mesmas hormonas, na vida adulta. Nesse sentido, afirmam estes autores, o 2D:4D correlaciona-se com tal sistema e com tais efeitos *activacionais*, sendo tal fenómeno particularmente evidente em situações de vida que sejam, por assim dizer, “desafiadoras”, como é o caso em particular de encontros agressivos ou de natureza sexual, nos quais os sujeitos envolvidos tendem a mostrar níveis mais elevados de testosterona. Os quinze anos (à data da publicação deste artigo teórico) de estudos sobre o 2D:4D, sustentam os autores, providenciam pistas neste sentido; podendo nós acrescentar que os próximos anos de investigação poderão, ou não, confirmar esta hipótese que não deixa, por isso, de ser interessante.

4.3. Busca de sensações

Tal como referimos logo no início deste capítulo, a “busca de sensações”, associada ou não à agressividade, tem sido referida na literatura como um dos traços ou dimensões da personalidade cujo desenvolvimento poderá ser afetado por níveis anómalos de hormonas sexuais intrauterinas. Havendo, como também dissemos, autores que partem do pressuposto de

que tais hormonas, nomeadamente os androgénios, afetam ambos os sexos; e havendo, de forma simétrica, quem sustente que o seu papel mais ativo no desenvolvimento da personalidade ocorre somente no sexo feminino.

É de notar que esta dimensão, a chamada “busca de sensações”, é considerada por alguns autores uma dimensão bio-social importante da personalidade. É o caso, por exemplo, de Voracek, Tran e Dressler, que sublinham, além disso, tratar-se de um objeto de estudo bastante popular, noutros âmbitos (Voracek *et al.*, 2010c). Não é, porém, o caso do 2D:4D, onde, de facto, não existem muitos estudos que o relacionem com esta dimensão. Sendo de salientar, por outro lado, ainda com estes autores, que tais estudos (cerca de uma quinzena) produziram resultados algo erráticos. Aliás, eles próprios, além de terem realizado três estudos originais (N=198, N=188, N=1.118) neste âmbito, propuseram-se submeter os resultados e a literatura existente (13 estudos ao todo, à data de publicação do artigo, incluindo três teses de Mestrado não publicadas, englobando cerca de 3.000 sujeitos) a uma meta-análise. Da qual concluem, basicamente, que a única constatação significativa diz respeito à mão direita, em ambos os sexos, mas que tal efeito foi responsável por apenas 0,4% da variância atribuível (para uma revisão mais recente, ver também Ellis, 2011). Ou seja, em termos globais, os estudos que se debruçaram sobre as possíveis correlações entre 2D:4D e a busca de sensações revelaram sobretudo resultados irregulares e inconclusivos.

Seja como for, gostaríamos de salientar, com mais pormenor, alguns desses estudos. É o caso, por exemplo, de Austin *et al.* (2002), realizado na Escócia com estudantes universitários, que analisaram as associações entre o 2D:4D e um conjunto de testes cognitivos e de personalidade, nomeadamente, neste caso, utilizando o *Inventário de Personalidade de Eysenck*. Os resultados mostraram uma correlação negativa entre o 2D:4D da mão esquerda e a busca de sensações (entre outros aspetos, como psicoticismo e neuroticismo), mas apenas para as mulheres. Resultados semelhantes foram obtidos por Hampson *et al.* (2008) num estudo também com estudantes universitários (87 homens e 77 mulheres), no qual verificaram nas participantes femininas uma correlação negativa entre o 2D:4D e as pontuações da subescala relativa à busca de sensações. Por outro lado, mas inversamente, nos estudos de Fink *et al.* (2006, 2008), tal correlação negativa foi encontrada apenas nos homens e nos quocientes de ambas as mãos. Por exemplo, Fink *et al.* (2006) num estudo com estudantes universitários alemães e britânicos (N=278), usando o 2D:4D como putativo biomarcador dos efeitos das hormonas sexuais pré-natais sobre o desenvolvimento de certas características de personalidade associados à busca de sensações e correlacionando com o *Sensation Seeking Scale Form V* (SSS-V), referem ter

encontrado diferenças sexuais significativas quer para 2D:4D quer para o SSS-V, no sentido em que os homens apresentam menores valores 2D:4D, mas mais elevadas pontuações SSS-V. Segundo estes autores, o 2D:4D da mão direita e esquerda nos homens foi significativamente associado negativamente com a pontuação total de busca de sensação e na subescala tédio. Ainda de acordo com os mesmos autores, os dados sugerem que pode haver um efeito de organização de testosterona pré-natal que influencia o desenvolvimento posterior de características de personalidade em homens para a busca de sensações. De forma similar, num estudo que avaliou possíveis relações entre 2D:4D e uma diversidade de variáveis, nomeadamente psicológicas, numa amostra composta por bombeiros e participantes de controlo (N=134), Voracek *et al.* (2010a) referem que os resultados verificados sugerem que menores valores de 2D:4D se associam com a componente “desinibição de busca de sensações”.

Porém, num estudo a que já fizemos referência, Schwerdtfeger *et al.* (2010), tendo como objetivo *principal* relacionar o *ratio* com violações de trânsito, mas que pretendeu igualmente relacionar tais violações com a busca de sensações numa amostra do sexo masculino, foi notado que, apesar de busca de sensações se ter associado positivamente com infrações de trânsito, não foi encontrada qualquer relação entre aquela variável (*busca de sensações*) e o tamanho relativo dos dedos. (Para uma crítica deste estudo, veja-se *supra* p.71).

4.4. Neuroticismo

Como é sabido, o *neuroticismo* é considerado uma das grandes dimensões da personalidade que está relacionada com várias facetas⁵² implicadas na estabilidade emocional dos indivíduos (Austin *et al.*, 2002; Fink *et al.*, 2004; Lindová *et al.*, 2008). Sendo, por esse facto, um dos fatores mais estudados por parte dos investigadores que se dedicam à construção de escalas que permitam medir aqueles que são considerados os cinco grandes fatores (ou dimensões)⁵³ que mais se relacionam com a personalidade.

⁵² Recorde-se que por exemplo Costa e McCrae (2000) consideram como facetas do *neuroticismo* implicadas na estabilidade emocional dos indivíduos, a ansiedade, a hostilidade, a depressão, a autoconsciência, a impulsividade e a vulnerabilidade.

⁵³ Recorde-se igualmente que entre os autores que se têm debruçado sobre esta temática da criação de escalas/questionários/inventários para aferir sobre a personalidade dos indivíduos com base em grandes dimensões, estão precisamente Costa e McCrae. Com efeito, estes autores que já haviam criado o *NEO-Five Factor Inventory* em 1992, criaram uma sua versão revista que foi traduzida para português, conhecida por NEO-PI-R, no qual consideram como cinco grandes dimensões da personalidade o *neuroticismo*, a *extroversão*, a *abertura à experiência*, a *amabilidade* e a *conscienciosidade* (Costa & McCrae, 2000).

Note-se por outro lado que, no que diz respeito ao 2D:4D, esta dimensão (*neuroticismo*), à semelhança do que referimos em relação à dimensão “*busca de sensações*”, tem sido referida na literatura como um dos fatores da personalidade cujo desenvolvimento poderá ser afetado pela exposição às hormonas sexuais pré-natais. É de notar, contudo, que não existem ainda muitos estudos que a tenham correlacionado com o 2D:4D. Apesar do seu número reduzido, é importante salientar alguns dos resultados obtidos até à data.

Cronologicamente, o estudo preliminar (tal como o classificam os próprios autores) de Austin *et al.* (2002), merece efetivamente a nossa atenção, pois estudou a nível exploratório as possíveis relações do 2D:4D com resultados obtidos em seis testes cognitivos ou de personalidade que são conhecidos por revelarem diferenças (a nível dos resultados) entre homens e mulheres⁵⁴.

Não obstante o seu carácter exploratório, este estudo teve a virtude de apontar algumas pistas heurísticas que viriam a ser seguidas por outros investigadores. No caso mais concreto em análise aqui, o *neuroticismo*, cabe salientar que os resultados foram na direção esperada, embora apenas para as mulheres⁵⁵. Ou seja, Austin e colegas encontraram, no “estudo 2”, uma correlação positiva, embora fraca, entre a dimensão *neuroticismo* e o 2D:4D, mas apenas para as mulheres e para a mão esquerda.

No entanto, como sugerem os próprios autores (numa alusão genérica), estes resultados devem ser analisados com cautela, desde logo devido ao número elevado de traços de personalidade medidos, o que em seu entender poderá induzir *erros de tipo I*. Por outro lado, o que constitui uma limitação deste estudo, o tamanho reduzido da amostra poderá ter influenciado os resultados no que respeita às fracas correlações encontradas, entre os traços de personalidade e o *ratio*.

Sensivelmente dois anos após este estudo, Fink *et al.* (2004) investigaram possíveis associações entre o *ratio* e os cinco grandes fatores da personalidade. Dito de outra forma, estes autores procuraram avaliar a possível existência de correlações entre o 2D:4D e o *neuroticismo*, a *extroversão*, a *abertura à experiência*, a *amabilidade* e a *conscienciosidade*, utilizando, neste

⁵⁴ Os testes utilizados foram: *Eysenck Personality Questionnaire—Revised* (EPQ-R; Eysenck, Eysenck, & Barrett, 1985); *Aggression Questionnaire* (Buss & Perry, 1992); *Zuckerman’s Sensation Seeking Scale* (Form V) – (Zuckerman, Eysenck, & Eysenck, 1978); *The Zung Self-Rating Depression Scale* (Zung, 1965). Note-se que já referimos este estudo anteriormente (cf. p.p.64, 69 e nr.48).

⁵⁵ Recorde-se que este estudo agregou os resultados obtidos com duas amostras distintas (na realidade, dois estudos com objetivos idênticos), recolhidas em locais diferentes do Reino Unido, mais concretamente em Edimburgo, na Escócia (*estudo 1*), com a participação de 79 homens e 86 mulheres, e em Liverpool, na Inglaterra (*estudo 2*), com 49 homens e 51 mulheres.

caso, como instrumento de medição dos traços de personalidade o *NEO; Five Fator Inventory* (NEO-FFI; Costa & McCrae, 1985, 1992). Neste estudo foi utilizada uma amostra composta por 50 homens e 70 mulheres, recrutados nas universidades de Viena, na Áustria (N=58), e Northumbria, no Reino Unido (N=62). Segundo notaram os autores, os resultados, no que diz respeito concretamente à dimensão *neuroticismo*, sugerem uma correlação positiva e significativa entre esta e o *ratio* da mão direita para a amostra total (homens e mulheres); para o 2D:4D de ambas as mãos no caso dos homens; e somente para a mão direita no caso das mulheres.

Em contraste com os resultados referidos por estes dois estudos parecem estar os resultados obtidos por Luxen & Buunk (2005). Com efeito, neste estudo realizado (N=81) na Holanda, tendo como objetivo, entre outros, avaliar também possíveis relações entre o *ratio* e as cinco grandes dimensões da personalidade, foi notado que, excetuando a dimensão *amabilidade*, não foi encontrada qualquer associação entre o 2D:4D e as restantes dimensões da personalidade. Mais especificamente, no que respeita concretamente à possibilidade de existir uma correlação com o *neuroticismo* (tal como aconteceu por exemplo no estudo anteriormente referido de Fink *et al.*, 2004), os autores sublinham a inexistência de tal correlação, pelo menos com esta amostra.

Porém, dado o número reduzido de participantes na composição da amostra (que curiosamente os autores consideram como uma amostra ampla), aplicam-se a este estudo as mesmas considerações quanto a possíveis limitações, como as que temos vindo a referir em relação a outros estudos, dado que dificilmente os resultados encontrados poderão ser generalizáveis à população.

Por seu turno, Lindová *et al.* (2008) realizaram um estudo com uma amostra composta por estudantes checos e eslovacos, da Universidade de Charles em Praga (184 mulheres e 101 homens), tendo por objetivo correlacionar os valores de 2D:4D com os valores do questionário de 16 Fatores de Personalidade de Cattell, Eber e Tatsuoka, 1970 (*16PF; Cattell's 16 Personality Fator Questionnaire*) e compará-los com os resultados obtidos noutros estudos que utilizaram escalas diferentes de medição da personalidade, mas com correspondência com a escala neste estudo⁵⁶. Quanto aos resultados, referem ter encontrado nas mulheres com um maior 2D:4D da

⁵⁶ Lindová *et al.* (2008) utilizaram fatores de primeira ordem de *16PF* e compararam os resultados com os de outros estudos, seguindo as sobreposições entre os questionários de personalidade *EPI*, *NEO-FFI* e *16PF*. Tendo notado que, com base nas diferenças de género na personalidade, relatadas na literatura, era possível fazer previsões quanto aos fatores que esperavam poderem correlacionar-se com o 2D:4D, nomeadamente a dimensão *neuroticismo* do *Modelo de Cinco Fatores* com as facetas da *ansiedade*, *hostilidade com raiva*, *depressão*, *autoconsciência*, *impulsividade* e *vulnerabilidade* de Costa & McCrae (1992).

mão direita, uma pontuação inferior na dimensão implicada na estabilidade emocional (ou *neuroticismo*). Dito de outra forma, relativamente à dimensão *neuroticismo*, obtiveram uma associação negativa com o *ratio* e apenas para as mulheres. No entanto, como referem, os resultados sugerem apenas associações fracas entre os traços da personalidade em geral e o 2D:4D. Sublinhando contudo que, embora o padrão de resultados tenha confirmado em grande parte as suas previsões, podendo pois considerar-se como possível evidência da validade desta associação indicativa de um efeito possível de hormonas pré-natais (ou outros fatores), deve-se ter em mente que o significado psicológico é bastante impercetível. É de notar, enfim, que sendo um estudo interessante, não deixa de ter algumas limitações, em especial o facto de o preenchimento do questionário ter sido realizado sem a presença de qualquer dos investigadores.

Por fim, não podemos deixar de mencionar, de novo, o estudo de Manning & Fink (2011) realizado com recurso à internet em colaboração com a BBC⁵⁷. Dos resultados obtidos, destaca-se uma correlação positiva significativa entre o 2D:4D e a dimensão *neuroticismo*, apenas para os homens; sendo mais uma vez de salientar as limitações deste género de estudos, não obstante a sua grande amostra ou o facto de ter participantes oriundos de 23 países, limitações a que fizemos referência anteriormente (cf. *e.g.* p.38 e nr.24).

4.4.1. Depressão

Vários autores vêm associando a depressão (ou algumas formas de depressão) à dimensão do *neuroticismo* que acabámos de tratar (veja-se *e.g.* Costa & McCrae, 2000). Por tal razão, poderíamos *a priori* formular a hipótese de que, referindo a literatura possíveis correlações entre o 2D:4D e tal dimensão (como vimos atrás), poderão existir associações entre a exposição pré-natal às hormonas sexuais e a depressão. Hipótese esta que é tentadora e que vai ao encontro de outras hipóteses no mesmo sentido, como por exemplo a possível relação entre a exposição ao estrogénio pré-natal e o aumento da probabilidade de existência de problemas emocionais (cf. *e.g.* Williams *et al.*, 2003).

Contudo, a depressão é uma matéria complexa, que não deverá poder ser resumida, de modo nenhum, a uma simples relação de tipo *causa-efeito*. E talvez por isso, os (poucos) estudos

⁵⁷ Recorde-se que como referem os autores, este estudo utilizou medições 2D:4D recolhidas em 2005 e que tais medições serviram igualmente para a realização de outros estudos efetuados (a que já aqui fizemos referência), nalguns casos, pelos mesmos autores ou apenas por um deles.

realizados neste âmbito não têm encontrado à primeira vista correlações de espécie alguma com o 2D:4D.

Uma análise mais fina, embora sujeita às mesmas cauções, poderá revelar no entanto alguns aspetos que merecem ser estudados. É o caso, por exemplo, da investigação conduzida por Bailey e Hurd (2005a), que terá encontrado algumas associações entre a depressão e o 2D:4D, ainda que limitadas ao sexo masculino e, dentro deste, aos participantes com valores mais elevados do *ratio* (ou seja, valores mais “feminizados”). A matéria é complexa, conforme reconhecem os próprios autores, pois é necessário controlar diversas variáveis, como por exemplo os níveis de hormonas circulantes, em especial a testosterona⁵⁸, o que nem sempre acontece nos estudos realizados.

Seja como for, é de destacar que Bailey e Hurd, trabalhando com uma amostra composta por estudantes de Psicologia (N=298; dos quais 149 do sexo masculino, com média de idade de 19 anos), procuraram averiguar se a depressão se correlacionava com o 2D:4D da mão direita; partindo do pressuposto de que os indivíduos (dentro de cada sexo) com maiores valores de 2D:4D teriam maior pontuação na subescala de depressão do NEO-PI. Os resultados obtidos sugerem que os homens com maiores valores 2D:4D (logo mais expostos ao estrogénio pré-natal) obtiveram pontuações mais elevadas em testes que medem a depressão como um traço de personalidade. Sublinham ainda que o resultado encontrado é consistente com a hipótese de que uma parte da variação na depressão poderá ser devida aos efeitos organizacionais das hormonas sexuais pré-natais nos homens. Com efeito, não foi encontrada qualquer correlação entre o 2D:4D e a depressão nas mulheres.

Um outro estudo que se debruçou sobre este tema e que pela dimensão da amostra (N=599; 301 rapazes e 298 raparigas) merece certamente uma menção, é o de Vermeersch *et al.* (2008), realizado com uma população de adolescentes belgas (média de idades de 14,35 anos), procurando analisar a relação entre o 2D:4D, os esteroides sexuais e diferenças entre os sexos e um conjunto de variáveis, entre as quais, a *depressão* enquanto traço de personalidade. Os resultados, sugerem uma relação positiva entre o 2D:4D e a depressão nos rapazes; não tendo, no entanto, sido encontradas correlações análogas para as participantes femininas. De certa forma, tais resultados, no que respeita ao sexo masculino, parecem ser convergentes com os obtidos pelos estudos a que acabámos de fazer referência, nomeadamente Williams *et al.*

⁵⁸ Estes níveis variam substancialmente ao longo do ciclo menstrual, por exemplo, sabendo-se que níveis elevados de testosterona, ou pelo contrário baixos, poderão estar associados ao aumento da depressão.

(2003). Sendo, no entanto, de sublinhar que a sua interpretação merece alguma cautela, dadas algumas limitações (apontadas pelos próprios autores), como sejam o facto de os participantes serem adolescentes, quando a maioria dos estudos tem sido realizada com populações adultas, o que dificulta a respetiva comparação. Por outro lado, consideram ainda os autores, seria interessante a realização de mais estudos sobre a relação entre o 2D:4D e valores hormonais, em especial quanto ao sexo feminino, de modo a considerar as diferentes fases do ciclo menstrual. Esta sugestão é interessante, porquanto vai ao encontro da sugestão apresentada por Bailey e Hurd (2005a) [cf. *supra*], assim como da investigação de Noreika *et al.* (2014), a respeito da rotação mental, a que faremos referência adiante (cf. p.107; veja-se também a nota 90, na p. 107)⁵⁹.

4.5. Amabilidade

Recorde-se que, tal como referimos anteriormente, a *amabilidade* é uma das cinco “grandes” dimensões habitualmente referidas na literatura como mais relacionada com a personalidade. Tal como sucede com outras dessas dimensões, não existem muitas investigações relacionando-a com o 2D:4D. Pelo contrário, tivemos acesso a somente três, sendo de notar que duas delas já foram referidas nestas páginas, uma vez que tiveram como objeto de estudo as cinco dimensões e não apenas esta.

É o caso do estudo de Fink *et al.* (2004) que, utilizando uma amostra composta por 50 homens e 70 mulheres, notaram uma correlação negativa, estatisticamente significativa com o 2D:4D, mas apenas nas mulheres e para a mão direita. Tal resultado, como os autores sublinham, foi no sentido contrário às suas previsões, o que consideram ser intrigante dado que esperavam encontrar uma relação positiva. Contudo, sugerem que tal facto poderá estar relacionado com um *erro de tipo I*.

É o caso igualmente da investigação de Luxen e Buunk (2005), cujos resultados revelaram correlações positivas entre a *amabilidade* e o 2D:4D, para ambos os sexos, embora também apenas na mão direita; referindo os autores deste estudo (N=81) que o 2D:4D parece ser um preditor de pelo menos algumas diferenças individuais dentro de ambos os sexos e que, concretamente no que respeita à *amabilidade*, seria interessante relacionar o 2D:4D com o

⁵⁹ Em termos muito resumidos, este último estudo revelou que as mulheres em fase lútea mostraram ser significativamente mais lentas, não só do que os homens, mas também do que as mulheres na sua fase folicular numa tarefa de rotação mental. Tal como dissemos no corpo do texto, este tópico será abordado e desenvolvido adiante, no capítulo relativo à rotação mental.

chamado “circumplexo interpessoal”⁶⁰. No entanto, como sugerem, o tamanho pequeno da amostra pode ser considerado uma limitação para a deteção de diferenças de género e relações com os androgénios pré-natais.

Por seu lado, o estudo de Lippa (2006) com uma amostra notável (N=2000) e com a particularidade de investigar não só as possíveis associações entre o 2D:4D e as cinco grandes dimensões de personalidade, mas também possíveis associações entre estas e os comprimentos absolutos dos dedos, obteve resultados inconsistentes. Com efeito, utilizando uma subamostra de mais de 1000 participantes, apesar de verificar, em ambos os sexos e em ambas as mãos, uma tendência para o 2D:4D se associar negativamente com a *amabilidade*, refere que estatisticamente, tal tendência não foi significativa. Sublinhando assim que, em geral, as associações entre as medidas de comprimento dos dedos e as medidas de personalidade, neste estudo, foram fracas e inconsistentes. (Este estudo será referido já de seguida).

4.6. Abertura à experiência

Tal como sucede com a amabilidade e os traços de personalidade, a *abertura à experiência* vem sendo referida por alguns investigadores como uma importante dimensão bio-social da personalidade. Apesar disso, não existem muitos estudos que relacionem esta dita “grande” dimensão com o 2D:4D. Sendo, enfim, de realçar que alguns dos estudos feitos com outras dimensões incluíram igualmente esta, razão pela qual teremos de abordar novamente dois deles, Fink et al. (2004) e Lippa (2006), tal como anunciámos na secção anterior.

O estudo de Fink *et al.* (2004) encontrou uma associação negativa (mas não significativa) entre o 2D:4D e a abertura à experiência, tanto para a mão direita como para a mão esquerda em ambos os sexos. Ou seja, neste caso, ao contrário do que acontecera com as outras dimensões, os resultados foram na direção prevista pelos autores.

Por seu lado Lippa (2006), utilizando a *Escala de Alexitimia de Toronto (TAS)*⁶¹ encontrou para ambos os sexos e em ambas as mãos, uma associação positiva, embora fraca, entre a abertura à experiência e o 2D:4D.

⁶⁰ Como referem os autores, este tem sido desenvolvido por alguns autores para descrever as diferenças individuais na interação social. A título meramente de curiosidade, salientamos por exemplo a *Circumplex Scales of Interpersonal Values* – CSIV construída por Locke em 2000, tendo como um dos seus objetivos, a possibilidade de estudar diferentes fenómenos interpessoais em adição aos traços pessoais.

⁶¹ Em termos muito breves, a escala *TAS*, desenvolvida em 1994 por Bagby, Parker e Taylor, é um instrumento que avalia, entre outros fatores, o desejo de envolvimento num risco físico.

Merecem igualmente menção os trabalhos de Hampson *et al.* (2008), von Horn *et al.* (2010) e van Honk *et al.* (2011). No primeiro caso, tratou-se de um estudo que teve como finalidade (entre outros aspetos) investigar se possíveis diferenças individuais em vários traços de personalidade “pró-sociais” podem ser previstas a partir de diferenças individuais do 2D:4D. No segundo e terceiro casos, embora não se tratando concretamente de estudos que tenham correlacionado propriamente esta “grande” dimensão com o *ratio*, merecem uma nota, por se relacionarem com uma *faceta* da personalidade (*sentimentos*) normalmente associada à dimensão *abertura à experiência* (cf. Costa, & McCrae, 2000)⁶².

Feito este pequeno preâmbulo, poderemos destacar no estudo de Hampson *et al.* (2008), com a participação de estudantes universitários, utilizando uma subescala de autoavaliação da *Sensation Seeking Scale Form V* (SSS-V), para medir a *abertura à experiência*, o facto de ter sido encontradas nas participantes femininas (N=77) com os *ratios* mais “masculinizados” (isto é, menores valores de 2D:4D), associações com pontuações mais elevadas. Sendo, contudo, de notar, que nos participantes masculinos (N=87) tal associação foi superficial.

Quanto ao estudo de von Horn *et al.* (2010), utilizando também uma amostra composta por estudantes universitários (N=299; dos quais 185 eram do sexo feminino), como referimos, mediu uma *faceta* da personalidade (*sentimentos*) normalmente associada à dimensão *abertura à experiência*. Neste estudo, foram correlacionados quocientes de empatia e sistematização (EQ e SQ, respetivamente; Baron-Cohen, 2003) com os *ratios*, tendo sido observado que nos homens um elevado 2D:4D previu uma tendência maior para a empatia; enquanto que nas mulheres, pelo contrário, não se verificou uma associação entre o 2D:4D e essa característica.

Por fim, o estudo algo peculiar de van Honk *et al.* (2011), procurou testar se a administração de testosterona enfraquece a *empatia cognitiva* e, sobretudo, se tal enfraquecimento tinha a ver com o 2D:4D. Dito por outras palavras: se a exposição intrauterina à testosterona (estimada indiretamente através do 2D:4D) irá, na vida adulta, influenciar os efeitos activacionais da mesma testosterona, administrada oralmente numa amostra de 16 mulheres jovens (média de idades e 21 anos) para efeitos deste estudo. Sendo, por outro lado, objeto de interesse saber até que ponto tal administração enfraquecia (ou não) a capacidade feminina para a empatia cognitiva. Os resultados deste estudo, do qual cabe-nos notar o apurado rigor metodológico empregue, são dignos de nota: não obstante a dimensão reduzida da amostra, evidenciaram

⁶² A título de exemplo, Costa e McCrae (2000) referem que “o sujeito com pontuação elevada nesta faceta responde emocionalmente às situações, é sensível, empático e valoriza os próprios sentimentos” (cf. p.15).

(por um lado) que a administração de testosterona enfraqueceu de forma significativa a empatia cognitiva; e por este efeito é previsto de forma robusta (por outro lado) pelo Biomarcador putativo da testosterona fetal, o 2D:4D. Usando as palavras dos autores, a testosterona fetal como que pré-programa, os efeitos da testosterona activacional, também neste particular. Tal descoberta, salientam, é importante para a nossa compreensão da psicobiologia da inteligência social humana.

4.7. Tomada de decisão

No que diz respeito à *tomada de decisão* e dada a sua complexidade como um *processo* determinante da ação comportamental dos indivíduos, será conveniente introduzir aqui umas breves palavras preambulares para melhor circunscrever o processo. De facto, recordam Oliveira e Jesus (2013, 2015), o indivíduo nas relações com o meio em que está inserido e consigo próprio, funciona de acordo com motivos e objetivos, procurando atingir níveis de bem-estar pessoais e de relacionamento social; e a ligação entre tais propósitos e a sua concretização, requer um conjunto complexo de processos, que corresponde a um grau de coerência que poderá traduzir sentimentos de maior ou menor bem-estar. Recordam ainda os autores, este sentimento, determinará o comportamento de aproximação ou de afastamento à situação em que o decisor tem de decidir⁶³.

Depreende-se assim que neste processo complexo, para além de fatores biológicos, outros fatores, nomeadamente sociais, estarão implicados na tomada de decisão. Talvez essa possa ser uma das razões que contribuem para os resultados diferenciados obtidos por alguns estudos que têm revelado diferenças entre sexos, mas também intrassexos. Ou seja, dito de outra forma, domínios específicos de atividade, supostamente, implicam atitudes de risco diferentes, o que poderá tornar difícil determinar diferenças entre sexos e até intrassexos. Deste modo, terá interesse verificar os resultados a que chegaram Croson e Gneezy (2009), num artigo de revisão à literatura experimental sobre diferenças de género em preferências de risco, sociais e competitivas, tendo estes autores notado que, em geral, se verificaram diferenças fundamentais

⁶³ Uma explicação para a compreensão deste procedimento foi notada por Slovic *et al.* (2007) ao referirem que os comportamentos do decisor, podendo por vezes ser aparentemente irracionais, decorrem da apreensão da realidade através de dois sistemas de processamento de informação interativos (“processamento dual”), um denotado como sendo intuitivo ou experiencial (*Sistema I*) e outro analítico ou racional (*Sistema II*). Tal como sublinham, ao primeiro, corresponderá um funcionamento relacionado com operações rápidas, automáticas, associativas, implícitas, “carregadas de tonalidade emocional”. Quanto ao segundo estarão associadas características funcionais correspondentes a operações lentas, seriais, passíveis de monitorização consciente e alvo de deliberações.

entre homens e mulheres. Tendo notado de igual modo que, as mulheres exibem, em regra, mais aversão ao risco do que os homens, excetuando-se as populações da área de gestão. Tal exceção, como referem, poderá estar associada a aspetos relacionados com alterações hormonais a que as mulheres estão sujeitas durante o período menstrual⁶⁴.

Com base nesta hipótese da diferenciação genética ou hormonal Sapienza, Zingales e Maestripieri (2009), partindo do mesmo pressuposto de que as mulheres são geralmente mais avessas ao risco do que os homens, investigaram se a variação entre e intragénero na aversão ao risco financeiro podia ser explicada pela variação nas concentrações salivares de testosterona e nos marcadores de exposição à testosterona pré-natal numa amostra de mais de 500 estudantes de MBA (*Master of Business Administration*). Segundo sustentam, os resultados obtidos revelaram associações entre níveis elevados de testosterona circulante e menor aversão ao risco entre as mulheres, mas não entre os homens. Notaram ainda, que, no entanto, comparativamente, com baixas concentrações de testosterona salivar, a diferença de género na aversão ao risco desapareceu, sugerindo que a testosterona tem efeitos não-lineares sobre a aversão ao risco, independentemente do sexo. Sapienza *et al.* (2009) sublinham ainda que foi encontrada uma relação semelhante entre aversão ao risco e testosterona, usando para tal o 2D:4D como marcador (putativo) da exposição pré-natal à testosterona. Por fim, notaram que ambos os níveis de testosterona e aversão ao risco previram escolhas de carreira após a formatura. Dito de outra forma, indivíduos com níveis elevados de testosterona e baixa aversão ao risco foram mais propensos a escolher carreiras de risco em finanças. Segundo os autores, estes resultados sugerem que a testosterona tem efeitos organizacionais e activacionais sobre decisões financeiras sensíveis ao risco e escolhas de carreira de longo prazo.

Num estudo recente, Derntl, Pintzinger, Kryspin-Exner e Schöpf (2014) avaliaram a influência da concentração de hormona sexual feminina (estradiol, progesterona) e o impacto da ingestão de contraceptivos orais, assim como o efeito das variações diurnas da testosterona masculina na tomada de decisões. Sobre os resultados obtidos, notaram não terem sido encontradas

⁶⁴ A propósito de tal possibilidade, Croson e Gneezy (2009), mencionam um estudo que avaliou o papel de medidas biológicas, cujos resultados sugerem que a competitividade das mulheres depende da menstruação e do uso de pílulas anticoncepcionais. Sublinhando que nos leilões de primeiro preço, enquanto as mulheres fazem lances significativamente mais altos do que os homens em todas as fases do ciclo, encontram um padrão “sinusoidal” (isto é, de variações cíclicas) de licitação ao longo do ciclo menstrual, com maiores lances na fase folicular e menores na fase lútea. Com base em tais resultados, os autores salientam ainda que nesta revisão, tanto a “natureza” quanto a “cultura”, supostamente, serão responsáveis pelas diferenças de género. Notaram ainda Croson e Gneezy (2009) que a hipótese das diferenças genéticas ou hormonais tem sido apontada como podendo contribuir para que o sexo feminino possa ser menos competitivo do que o sexo masculino.

diferenças sexuais na tomada de decisões, nem impacto significativo da concentração de testosterona no desempenho comportamental em mulheres ou homens. Todavia, mencionam, verificou-se uma correlação negativa significativa entre a concentração de progesterona de mulheres na fase lútea e o seu desempenho na condição de aversão ao risco. Notaram ainda que apesar de decisões de risco semelhantes por parte de ambos os sexos e não se ter verificado influência da concentração de testosterona, a fase do ciclo menstrual mostrou um efeito sobre o risco assumido pelas mulheres. Por fim, sublinham que, contrariamente a outros estudos, os resultados parecem evidenciar influências hormonais muito subtis na tomada de decisão, podendo isso ser explicado principalmente por fatores de tarefa.

Ou seja, apesar de alguns estudos revelarem inconsistências sobre o possível impacto da fase do ciclo menstrual em mulheres, ou sobre a influência da concentração de testosterona no processo de tomada de decisões em mulheres e homens (cf. Derntl *et al.*, 2014), será interessante verificar os resultados da investigação, sobre a exposição às hormonas sexuais pré-natais, tomando como medida o biomarcador putativo 2D:4D e a sua possível associação com a tomada de decisões. Tanto mais que a exposição às hormonas sexuais pré-natais, nomeadamente a testosterona fetal, tal como temos vindo a fazer referência em tópicos anteriores, é suposto estar correlacionada com comportamentos sexualmente dimórficos, entre outros relacionados com agressividade, competição e risco. Apesar disso, é de salientar desde já que não existem muitos estudos sobre esta matéria. No entanto, dado que, por um lado, a capacidade de tomar decisões pode exigir rapidez de reflexos físicos e visuomotores (dependendo naturalmente dos contextos); que, por outro lado, tais reflexos têm sido relacionados com os efeitos da testosterona pré-natal que é suposto promover a preferência pelo risco (Coates *et al.*, 2009); e que, por outro lado ainda, a capacidade de decisão está de certa forma implícita na tarefa de rotação mental, tema central do nosso estudo, é de todo o interesse para nós esquadrihar a literatura existente.

Utilizando, tal como tem sido o nosso hábito ao longo destas páginas, uma ordenação cronológica (e deixando de lado o estudo de Sapienza *et al.* (2009) por já ter sido atrás tratado), é de salientar em primeiro lugar o estudo de Coates *et al.* (2009), que contou com uma amostra relativamente reduzida (N=49), mas muito específica e homogénea: corretores de bolsa da “City” de Londres especializados num tipo de corretagem de elevada frequência, conhecida como “noise” ou “high-frequency”. Com efeito, este género de transação financeira muito rápida exige capacidades especiais como, por exemplo, a capacidade de manter prolongados períodos de vigilância, de esquadrihamento visuomotor e de reação rápida (de modo a efetuar ordens

de compra ou venda antes dos competidores). Tais capacidades podem resultar de traços biológicos (além, naturalmente, de capacidades cognitivas) que, de certa forma, são selecionados mercados financeiros. Dito de outro modo, as empresas de corretagem, sobretudo este tipo de transação de elevada frequência, podem estar a exercer pressões seletivas fortes sobre tais traços biológicos.

O pressuposto de base deste estudo foi por conseguinte que uma maior exposição à testosterona pré-natal melhoraria o desempenho deste género de profissionais. Mais especificamente, procurou-se testar se os corretores com um menor 2D:4D apresentariam melhores resultados no longo prazo e permaneceriam em atividade por um longo período de tempo. De facto, defendem os autores, o 2D:4D previu a rendibilidade de longo prazo, assim como o número de anos de atividade.

Um outro estudo que também averiguou a propensão para a tomada de decisões de risco, nomeadamente a nível financeiro (entre outras), foi realizado por Stenstrom e colegas em 2011. Especificamente, este estudo avaliou se as proporções do comprimento dos dedos (nomeadamente o 2D:4D e $rel2^{65}$) podem ser preditivas da propensão para assumir riscos em cinco domínios (recreativo, financeiro, social, ético e de saúde). Stenstrom *et al.* (2011), contrariamente a Coates *et al.* (2009) utilizaram uma amostra composta por estudantes universitários canadianos de ambos os sexos (N=413)⁶⁶. Os autores colocaram a hipótese de que os *ratios* mais baixos (mais “masculinos”) seriam preditivos de comportamentos mais arriscados em todos os cinco domínios, tanto entre homens como entre mulheres. Quanto aos resultados obtidos, os autores notaram que numa subamostra de homens caucasianos (que consideram etnicamente homogénea), menor $rel2$ foi preditivo de maior tomada de riscos financeiros,

⁶⁵ Note-se que como sublinham os autores $rel2$ é o comprimento relativo do dedo indicador para todos os quatro dedos ($2D / [2D + 3D + 4D + 5D]$) e esta medida ($rel2$), bem como a medida 2D:4D tradicional foram incluídas neste estudo como biomarcadores da exposição ao androgénio pré-natal.

⁶⁶ Como notam os autores, os participantes preencheram um questionário contendo os itens de risco específicos de cada domínio, sendo o risco avaliado através de uma escala de comportamento de risco de domínio específico (*Domain Specific Risk Taking*, DOSPERT) como descrito em Weber, Blais & Betz, (Weber *et al.* (2002). A DOSPERT é uma medida de autorrelato constituída por 40 comportamentos de risco em cinco domínios (financeiro, saúde-segurança, recreativo, ético e social). No questionário, cada um dos cinco domínios contém 10 itens de cinco pontos do tipo *Likert* (1-5), que servem para avaliar a probabilidade de comprometimento com determinadas atividades de risco. Os itens incluem questões como: “envolver-se periodicamente em desportos perigosos (por exemplo, escalada em montanhas ou *sky diving*)”, ligada ao domínio das atividades recreativas; “investir 10% da sua renda anual numa *ação muito* especulativa”, ligada ao setor financeiro; “falar sobre uma questão impopular numa ocasião social”, relacionada com o domínio social; “roubar um artigo pequeno (por exemplo, um batom ou uma caneta)” relacionada com a ética; e “comer produtos alimentares com prazo de validade expirado que parecem ainda estar bons” relacionado com o domínio da saúde.

sociais e recreativos, enquanto menor 2D:4D foi preditivo de maior risco em dois domínios (social e recreativo). Sublinham também que no total da subamostra masculina (eticamente heterogénea), a única correlação significativa foi uma associação negativa entre 2D:4D e risco financeiro. No que diz respeito às subamostras do sexo feminino referem não terem sido encontradas correlações significativas.

Utilizando também uma amostra composta por estudantes universitários de psicologia (N=152; 65 mulheres e 87 homens) e tomando como pressuposto que os efeitos organizacionais da exposição à testosterona afetam as atitudes em relação à tomada de risco, Garbarino *et al.* (2011) investigaram se homens e mulheres com valores de 2D:4D mais baixos assumiriam mais riscos; e se o 2D:4D poderá ser considerado um preditor significativo do esperado hiato feminino-masculino na tomada de risco. Para avaliar as atitudes de risco, foi utilizado neste estudo um procedimento bem estabelecido⁶⁷, envolvendo um total de três decisões motivadas financeiramente com diferentes níveis de risco e valores esperados.

Segundo os autores, os resultados obtidos sugerem que em tarefas de tomada de decisão financeiramente motivadas, homens e mulheres com valores menores de 2D:4D escolheram opções significativamente mais arriscadas. Mencionam também que o *ratio* explica parcialmente a variação na assunção de riscos entre sexos e que para homens e mulheres nos extremos da distribuição dos valores de 2D:4D a diferença na assunção de risco desaparece. Por fim, notaram que o 2D:4D explica parcialmente a variação no comportamento de risco financeiro dentro e entre os sexos, oferecendo, desse modo, indícios de uma base biológica para os comportamentos de risco.

Num estudo mais recente que igualmente utilizou uma amostra composta por estudantes universitários de psicologia (N=120; dos quais 60 eram homens), Kim *et al.* (2014) centraram-se na avaliação dos possíveis efeitos das hormonas fetais (utilizando para tal o 2D:4D como putativo biomarcador) na tomada de decisões que envolvem risco. Como notam, para além da medição dos *ratios*, os participantes completaram ainda duas medições: uma relativa escala de personalidade estrutural HEXACO⁶⁸ e outra relativa à avaliação de comportamentos de risco em domínios específicos (DOSPRT, ver acima nota 4).

⁶⁷ Tal procedimento consistia em pedir a cada participante que escolhesse uma lotaria de uma sequência de seis, ordenadas da menos para a mais arriscada.

⁶⁸ Como notaram a *HEXACO* é um modelo hierárquico estrutural de personalidade que consiste nos seis fatores de Honestidade-Humildade, Emocionalidade, Extroversão, Amabilidade, Consciência e Abertura à Experiência. Cada um dos fatores inclui quatro fatores de subpersonalidade (Lee & Ashton, 2004).

Relação 2D:4D com traços psicológicos

Neste estudo partiu-se do princípio de que devido ao baixo nível de percepção de risco em situações de risco, como o jogo ou a negociação de ações, o 2D:4D pode ser útil para prever a tomada de decisão dos riscos no domínio financeiro. Deste modo, propuseram-se a avaliar se um baixo 2D:4D estaria associado a um baixo nível de percepção de risco e a comportamento de alto risco no domínio financeiro. Os autores notaram que os resultados obtidos replicam a diferença de género em 2D:4D de pesquisas anteriores. Contudo, referem ter encontrado diferentes aspetos das correlações entre 2D:4D, personalidade e atitude de risco. Notaram ainda que as análises de trajetória sugerem que os efeitos do 2D:4D passam (ou deverão passar) por fatores de personalidade antes de se exprimirem em atitudes de assumir riscos, particularmente nas atividades de investimento e de apostas no domínio financeiro.

Rotação Mental

1. Introdução

Tal como temos vindo a referir ao longo destas páginas, nos últimos anos, variados estudos têm sugerido a hipótese da existência de uma associação entre a exposição pré e peri-natal às hormonas sexuais e vários fatores do desenvolvimento humano, nomeadamente o desempenho ao nível cognitivo e, particularmente, das capacidades espaciais (Auyeung *et al.*, 2012; Bull & Benson, 2006; Kempel *et al.*, 2005; Peters, Manning & Reimers, 2007). Mais concretamente, apesar da normal controvérsia que usualmente acompanha a construção do saber científico, suscitada por exemplo por resultados amiúde contraditórios, tem-se vindo a investigar com insistência a possibilidade de as hormonas sexuais *in utero* poderem vir a influenciar os substratos neurais da cognição, reforçando desse modo a ideia de terem efeitos tangíveis sobre o desenvolvimento da organização cerebral (*e.g.* Collaer *et al.*, 2007; Knickmeyer & Baron-Cohen, 2006; Puts *et al.*, 2008; Sanders *et al.*, 2005; Tlauka *et al.*, 2008).

Não é, por conseguinte, estranho o interesse suscitado pelo tema de pesquisa deste capítulo, que, no fundo, procura avaliar a existência dessa suposta relação entre os efeitos precoces das hormonas sexuais e (i) o género de desempenho que exige a mobilização de competências cognitivas, nomeadamente o desempenho em tarefas de rotação mental; (ii) e o possível desenvolvimento de diferenças entre os sexos neste âmbito concreto.

Podemos, contudo, adiantar desde já que o tema da rotação mental não suscitou na comunidade científica um número muito elevado de estudos. Ou, pelo menos, tão elevado como gostaríamos. Naturalmente, são ainda menos numerosos os estudos que relacionam o desempenho em tarefas de rotação mental com a exposição precoce às hormonas sexuais. E necessariamente ainda menos os que, especificamente, relacionam essas duas variáveis através do quociente entre os comprimentos do segundo pelo quarto dedos; o que, possivelmente, poderá estar relacionado com o facto deste último tema, o 2D:4D, ser um objeto de estudo relativamente recente.

Podemos de igual modo adiantar, com Thomas (2014), que continua a existir controvérsia acerca dos mecanismos subjacentes à rotação mental, não obstante a investigação sobre este tópico contar agora com o contributo das neurociências e das técnicas recentes de imagiologia médica (ver por exemplo Just, Carpenter, Maguire, Diwadkas & McMains, 2001; Koshino *et al.*, 2005; Kosslyn *et al.*, 1998; Tagaris, Kim, Strupp, Andersen, Uğurbil & Georgopoulos, 1997). Não obstante, igualmente, o facto de tal pesquisa se ter expandido entretanto, como nota ainda Thomas (2014), a outros grupos sócio-demográficos, como as crianças, os idosos, pessoas com

problemas neurológicos; ou outras áreas, como as possíveis diferenças (no desempenho) em função da idade, do sexo ou mesmo da orientação sexual; ou ainda, sem que a lista seja exaustiva, a questões de natureza prática, como (por exemplo) a compreensão e o tratamento da dislexia (ver *e.g.* Booth, MacWhinney, Thulborn, Sacco, Voyvodic & Feldman, 2000; Kaltner & Jansen, 2014; Rüsseler, Scholz, Jordan & Quaiser-Pohl, 2005; Van Doren, Kaltner & Jansen, 2013).

Gostaríamos, por fim, de enfatizar antecipadamente que este campo de pesquisa (incluindo as tarefas visuo-espaciais e as de rotação mental, mais especificamente) tem sido muito utilizado no âmbito da investigação sobre possíveis diferenças entre os sexos ou gêneros; já que tem sido um dos campos (pelo menos no domínio cognitivo) no qual se têm encontrado diferenças sistemáticas e robustas nos respectivos desempenhos (*e.g.* Brosnan *et al.*, 2010; Burton *et al.*, 2005; Martin *et al.*, 2008; Zapf *et al.*, 2015). Voltaremos a este tópico adiante.

2. As investigações pioneiras de Shepard e colaboradores

Como é sabido, a rotação mental diz respeito a um processo que está relacionado com a capacidade que os seres humanos têm de rodar a imagem de objetos na sua mente. É de igual modo sabido e notório que foram Shepard e Metzler, em 1971, os pioneiros da pesquisa neste campo, ao investigarem e revelarem alguns resultados sobre o processo da rotação mental.

Mais especificamente, fazendo aqui um muito breve historial, estes autores apresentaram aos seus sujeitos uma tarefa que consistia em observar e analisar desenhos de configurações de blocos bidimensionais e tridimensionais; sendo-lhes pedido para determinarem se um outro desenho de blocos seria uma imagem de rotação ou de espelho da configuração original; sendo por outro lado registado o tempo de reação que levavam para dar a resposta (Cooper & Shepard, 1973; Shepard & Metzler, 1971). Shepard & Metzler (1971) chegaram à conclusão de que o tempo necessário para reconhecer que dois desenhos em perspectiva retratam objetos com a mesma forma tridimensional, é (i) uma função linearmente crescente da diferença angular nas orientações retratadas dos dois objetos; (ii) não sendo tal tempo inferior a diferenças correspondentes simplesmente a uma rotação rígida de um dos desenhos bidimensionais no seu próprio plano de imagem em relação às diferenças correspondentes a uma rotação em

profundidade do objeto tridimensional. Sendo ainda de notar que no seu estudo pioneiro, estes mesmos autores apresentaram algumas notas sobre tal processo cognitivo⁶⁹.

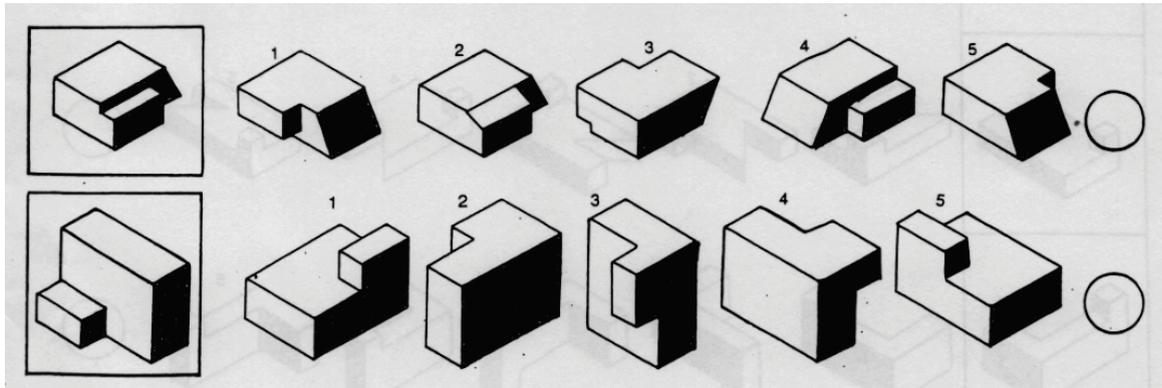


Figura 3: Bloco de figuras maciças tridimensionais de Yela, utilizado no presente trabalho

Um outro aspeto deste processo foi salientado uns anos mais tarde por Parsons (1987), ao chamar a atenção para o facto de quando objetos semelhantes se encontram na mesma orientação, o sujeito pode facilmente (com frequência) distinguir diferenças na composição e arranjo espacial das suas características. Segundo o mesmo autor, este facto tem sido explorado tanto para estudar a representação mental da forma dos objetos, como as transformações imaginárias que possam advir, quando rodados no espaço em posições angulares diferentes. Para que tal processo se desenvolva, nesta tarefa visuo-espacial, sublinham por seu lado Zapf *et al.* (2015), o sujeito necessita de manter a representação do objeto na sua “memória de trabalho” o tempo suficiente para conseguir, por um lado, rodá-lo no espaço e, por outro lado, verificar se coincide ou não com a figura original. Neste âmbito, defendem os autores, o desempenho numa tal tarefa é indicado por uma suposta função (psicométrica), cuja inclinação (em cada sujeito) reflete a velocidade (em graus por segundo) através da qual ele consegue rodar mentalmente as figuras.

Desta forma, emergiu um novo paradigma para o estudo do complexo processamento mental, sendo uma das tarefas visuo-espaciais mais estudadas e amplamente utilizada em neuropsicologia cognitiva (Noreika *et al.*, 2014). Tal como observaram alguns autores (*e.g.* Borst *et al.*, 2011; Thompson *et al.*, 2013), a rotação mental tem provado ser uma medida robusta e

⁶⁹ Embora os relatos introspectivos devam ser interpretados com cautela, salientam Shepard & Metzler (1971), todos os sujeitos alegaram (i) que para fazer a comparação exigida, tinham em primeiro lugar de imaginar um objeto como rodado na mesma orientação que o outro, podendo levar a cabo esta «rotação mental» até um certo limite de velocidade; e (ii) que, desde que percebidas as imagens bidimensionais como objetos no espaço tridimensional, poderiam imaginar a rotação em torno de qualquer eixo que lhes fosse exigida com a mesma facilidade.

popular da capacidade espacial, em particular para a representação espacial e manipulação mental de objetos.

3. A rotação mental aplicada ao estudo das diferenças entre os sexos

Partindo do pressuposto de que os homens e as mulheres são cognitivamente *semelhantes e diferentes* ao mesmo tempo, dependendo do domínio cognitivo estudado, Zapf *et al.* (2015) notaram que a diferença relacionada com o sexo mais consistentemente referida na literatura, e mais robusta nesse domínio, é a capacidade de girar mentalmente objetos. Em termos gerais, tais diferenças têm sido amplamente referidas na pesquisa sobre cognição espacial humana, com os homens geralmente revelando melhor desempenho do que as mulheres (Lippa *et al.*, 2010; Noreika *et al.*, 2014; Puts *et al.*, 2008; Sanders *et al.*, 2005; Tlauka *et al.*, 2008; Zapf *et al.*, 2015). Diferenças essas que, supostamente, aparecem em idade precoce e persistem ao longo da vida (Moore & Johnson, 2008; Noreika *et al.*, 2014; Quinn & Liben, 2014); havendo além disso indícios de que a testosterona pré-natal tem efeitos organizacionais nas capacidades espaciais, nomeadamente em tarefas que exigem a rotação mental de figuras tridimensionais (*e.g.* Estes & Falker, 2012; Noreika *et al.*, 2014; Vuoksimaa *et al.*, 2012). Quer isto dizer que a exposição dos sujeitos (homens *ou* mulheres) a níveis elevados de testosterona intrauterina terá provavelmente um maior efeito no desenvolvimento de funções do hemisfério direito, aumentando assim as capacidades visuo-espaciais (*e.g.* Geschwind & Galaburda, 1985a; Manning & Taylor, 2001). A este propósito e citando o artigo *princeps* nesta matéria, de Geschwind e Galaburda, “muitos estudos têm mostrado que cada hemisfério é geralmente superior em determinadas funções. O hemisfério esquerdo é geralmente dominante para a linguagem e capacidades manuais, enquanto que o hemisfério direito está mais envolvido em certas capacidades espaciais, musicais, de atenção e em muitos aspetos de emoção” (Geschwind & Galaburda, 1985a, p.430); sendo por outro lado “provável que os padrões observados de domínio de regiões corticais irão diferir, dependendo do período exato ou períodos de gravidez em que os efeitos da testosterona ou fatores relacionados são elevados” (*ibidem, idem*).

Dado, por conseguinte, o interesse que as tarefas de rotação mental vêm despertando para o conhecimento dos processos envolvidos na cognição, é de todo o interesse focarmos agora a nossa atenção nos principais resultados obtidos pela investigação realizada nesta matéria das possíveis diferenças entre os sexos ou géneros.

Começaremos por um estudo relativamente antigo, de 1985, no qual Merriman e outros procuraram justamente avaliar as diferenças na capacidade de rotação mental em função do

sexo e da idade. Utilizando, para tal, as *Matrizes Progressivas de Raven* e diversos outros testes (ou subtestes) para avaliar a capacidade espacial, Merriman, Keating & List (1985) encontram entre os sujeitos da sua amostra⁷⁰, resultados que sugeriram que os desempenhos dos sujeitos do sexo feminino eram, em média, mais lentos e as suas pontuações em média mais variáveis do que as dos sujeitos masculinos. Estas diferenças sexuais, como sugere Njemanze (2005), que utilizou o mesmo instrumento para avaliar a lateralização cerebral, podem estar associadas com o facto de em tarefas de rotação mental, se ter verificado nas mulheres uma ativação mais significativa de áreas localizadas no hemisfério esquerdo, verificando-se o oposto no caso dos homens. É de notar, no entanto, que as diferenças encontradas entre os sexos *podem estar relacionadas com as próprias características dos estímulos utilizados* nas tarefas de rotação mental. Isto é, poderão ser essas características que estão na origem do tamanho do efeito da diferença entre os sexos, no que diz respeito à rotação mental de objetos tridimensionais, conforme notam (por exemplo) Arendasy e Sommer (2010) ou Osmani e Heil (2007).

A este propósito, justamente, Arendasy e Sommer (2010) realizaram dois estudos, usando amostras compostas por sujeitos de ambos sexos (N=385 e N=5.949, respetivamente), para avaliarem o eventual peso ou contribuição de tais características para a explicação das diferenças encontradas entre os sexos na rotação mental de objetos tridimensionais gerados por computador. A acreditar nos resultados obtidos, continuam a surgir diferenças entre os sexos, *mesmo após se utilizarem estímulos diferentes e neutros*, em termos de possível enviesamento em função do sexo⁷¹. Tendo os resultados obtidos sugerido então que uma parte importante da diferença *pode ser devida aos processos perceptivos e à codificação*, envolvidos na rotação mental; sublinhando ainda que observaram uma acentuada diferença na rotação mental tridimensional.

Também Osmani & Heil (2007), trabalhando com uma amostra de alguma dimensão (N=360), procuraram verificar se as diferenças entre os sexos em relação ao desempenho de tarefas poderão depender (ou não) do tipo de estímulos a serem mentalmente rodados. Neste estudo, aplicaram itens retirados de várias fontes (carateres alfanuméricos, símbolos da *Bateria de*

⁷⁰ Este estudo contou com uma amostra composta por 48 adultos (idade média: 28 A 4 m), 48 alunos do 8º ano e 48 alunos do 4º ano; sendo que em cada grupo, 24 eram do sexo masculino e 24 eram do sexo feminino.

⁷¹ Com efeito, tal como acabámos de afirmar, Arendasy & Sommer (2010) resolveram testar a hipótese de que poderão ser as características dos itens que estão na origem do tamanho do efeito da diferença entre os sexos (podendo levar a subestimar um ou mais tamanhos de efeito), no que diz respeito à rotação mental de objetos tridimensionais. Para tal efeito, decidiram usar desenhos tridimensionais gerados automaticamente por computador, com o formato genérico dos laços infinitos. A escolha destes desenhos, repita-se, teve por finalidade evitar possíveis enviesamentos dos estímulos utilizados habitualmente na pesquisa sobre a rotação mental.

Testes de Capacidades Mentais Primárias de Thurstone, desenhos de animais, polígonos e figuras tridimensionais de cubos). Os resultados revelaram que os polígonos foram o único material que produziu diferenças significativas entre os sexos quanto à velocidade de rotação mental; o mesmo não tendo sucedido com os outros estímulos empregues, o que poderá colocar em causa a ideia de que os homens são sempre mais rápidos no desempenho destas tarefas.

Por outro lado, num estudo de grandes dimensões (N=201.000) e aparentemente com algum cariz político⁷² realizado através da internet e que contou com participantes de 53 nações, Lippa *et al.* (2010) investigaram se os índices nacionais de igualdade de género⁷³ e de desenvolvimento económico⁷⁴ estavam relacionados com as diferenças no desempenho de ambos os sexos em tarefas de rotação mental e de julgamento da linha de ângulo. Apesar de algumas limitações referidas pelos próprios autores, nomeadamente metodológicas⁷⁵, verificou-se que, o desempenho médio dos homens (de todas as nacionalidades) excedeu o desempenho das mulheres nas duas tarefas visuo-espaciais consideradas. Para além disso, constatou-se uma associação significativa entre a igualdade de género e o índice de desenvolvimento económico, por um lado, e o desempenho em ambas as tarefas. Sendo que tal associação foi mais robusta para uma das tarefas (a rotação mental) e para um dos sexos (os homens).

O facto de os resultados obtidos revelarem melhores desempenhos no caso dos homens, em ambas as tarefas e independentemente do país considerado (logo, dos seus índices nacionais de igualdade de género e de desenvolvimento económico), levou os autores a alargar a discussão (dos próprios resultados) para além do campo mais usual dos estereótipos ou das teorias sociais dos papéis associados aos géneros. Efetivamente, não deixa de ser digno de nota que tal discussão possa ser estendida por exemplo aos modelos evolucionistas que nos últimos anos têm procurado contribuir para a elucidação das *eventuais* diferenças entre os sexos ou géneros. Tal discussão ultrapassa em termos globais o âmbito desta dissertação, mas julgamos oportuno utilizar as palavras de Lippa *et al.* para referir ser *possível* que pressões seletivas existentes na longa história da humanidade possam ter diferenciado os sexos em algumas capacidades

⁷² Este estudo, incidindo sobre as diferenças sexuais humanas, surgiu no âmbito de um documentário da BBC (*British Broadcasting Corporation*) intitulado *Secrets of the Sexes*.

⁷³ Definidos pelas Nações Unidas.

⁷⁴ Definidos pelo rendimento *per capita* e pela esperança de vida.

⁷⁵ Desde logo, o facto de a amostragem não ter sido obtida de forma aleatória; o que neste tipo de estudo, através da internet, pode enviesar a representatividade das diversas faixas etárias. Com efeito, os recursos informáticos tendem a atrair participantes mais jovens, com a possível sub-representação das faixas etárias menos jovens. O próprio recurso à internet, levanta também algumas possíveis objeções, tal como referimos em capítulos anteriores, a propósito de outros estudos que utilizaram o mesmo recurso (veja-se por exemplo p.32, nr. 22)

espaciais. Mais exatamente, Lippa *et al.* sugerem (a título de exemplo) que a especialização dos homens ancestrais em tarefas como seguir pistas, atirar projecteis e atingir alvos, possa ter favorecido o desenvolvimento de capacidades de visualização ou de atingir objetos em movimento; quando, por seu lado, a especialização das mulheres ancestrais na recolção de alimentos vegetais possa ter favorecido o desenvolvimento da acuidade da memória para a localização de objetos. Isto a um nível global. A um nível proximal (ou seja, o nível dos mecanismos biológicos), é possível (acrescentam estes autores) que fatores genéticos ligados a cada um dos sexos possam ter contribuído para a existência de diferenças sexuais nas capacidades visuo-espaciais através dos seus efeitos na ação das hormonas sexuais em diversas fases do desenvolvimento. A ser assim, começar-se-á aos poucos a integrar numa explicação *alargada* os resultados que têm vindo a ser apurados por vários estudos (alguns dos quais já referidos nas páginas anteriores desta dissertação), que sugerem que a exposição aos esteroides sexuais pode estar ligada ao desempenho em certas tarefas visuo-espaciais; sendo de sublinhar de novo, desta vez ainda com estes autores, que tal exposição pode ocorrer em fases muito precoces do desenvolvimento (pré-natal e peri-natal) ou após a puberdade. Estas e outras considerações, inspiradas pela perspetiva evolucionista (na Biologia como na Psicologia) ultrapassam no entanto, como referimos atrás, o âmbito desta dissertação, pelo que só lhe poderemos fazer uma ou outra referência, aqui e ali.

4. A determinação cronológica das diferenças entre os sexos

Para além do estudo da possível existência de diferenças entre os sexos, no que diz respeito ao desenvolvimento de competências cognitivas, nomeadamente das capacidades visuo-espaciais, também a determinação do momento inicial (em termos cronológicos) em que tais competências (ou capacidades) se manifestam, tem merecido alguma atenção por parte da comunidade científica. Isto é, têm vindo a ser realizados alguns estudos com o objetivo de averiguar se as competências de rotação mental se manifestam logo em idades muito precoces e se também nessas idades podem ser encontradas diferenças entre os sexos. Sendo de destacar desde já o estudo de Merriman *et al.* (1985), onde foi notado que a velocidade de rotação mental e a taxa combinada de codificação, comparação e resposta, aumentam ao longo das primeiras fases do desenvolvimento humano. Ou seja, parece haver indícios de uma correlação positiva entre tais capacidades e o crescimento, pelo menos durante a infância.

Efetivamente, tais indícios têm merecido menção por parte de alguns autores, quer seja através de resultados obtidos pelos próprios, quer indiretamente, por referência a outros estudos,

inserindo-se neste caso o de Quinn & Liben (2014) a título de exemplo. Com efeito, estes últimos autores fazem referência ao estudo algo pioneiro nesta matéria (e deveras citado pela literatura) de Levine *et al.* (cf. Levine, Huttenlocher, Taylor & Langrock, 1999), onde foram relatadas diferenças em tarefas de rotação bidimensionais em crianças pré-escolares com idades entre os 4 e 5 anos⁷⁶. Mais recentemente, estudos de capacidades de cognição espacial infantis revelaram possíveis desempenhos de rotação mental análogos aos dos adultos, verificando-se além disso diferenças entre o sexo masculino e feminino logo em bebés com idades que vão dos 3 aos 9 meses (veja-se já de seguida Moore & Johnson, 2008 e Quinn & Liben, 2008; e 2014).

Importa de igual modo salientar que a este propósito, Moore & Johnson (2008) foram ainda mais longe, se assim nos podemos exprimir, uma vez que se empenharam em mostrar a capacidade de rotação mental em bebés com idade muito precoce. Para tal objetivo, começaram por habituar bebés de 5 meses de idade a um objeto giratório apresentado num ângulo de 240°. Após essa fase de exposição, voltaram a apresentar o mesmo objeto, quer num ângulo neutro, quer em espelho, quer ainda num ângulo inédito de 120°. Os resultados destas manipulações, frisam os autores, foram reconhecidos apenas pelos bebés do sexo masculino. Dito por outras palavras, apenas os bebés do sexo masculino mostraram reconhecer o objeto a partir da nova perspetiva; reconhecimento esse que pressupõe a existência de uma rotação mental. Sublinham os autores que os dados sugerem a existência de uma diferença sexual na rotação mental (de um objeto através do espaço tridimensional) que normalmente só é encontrado em populações adultas.

Quinn e Liben, por seu lado, realizaram dois estudos, utilizando técnicas⁷⁷ de avaliação similares ao estudo que acabámos de referir, procurando investigar em bebés com idades entre os 3 e 4

⁷⁶ Estudos esses que foram posteriormente continuados por Levine, com a colaboração de outros autores. Veja-se por exemplo Ehrlich, Levine & Goldin-Meadow, 2006; Levine *et al.*, 1999).

⁷⁷ Dada a idade tão precoce dos bebés, merecerá algum interesse fazer aqui uma descrição (ainda que breve) do procedimento utilizado pelos autores para avaliarem a possível rotação mental em bebés muito novos. Na descrição que fazem sobre o procedimento Quinn & Liben (2014), notaram que os estímulos utilizados consistiram em oito versões diferentes do número 1 (ou da sua imagem em espelho), representadas em rotações de 45 °, partindo de 0° até 360 °. Sendo de notar que os bebés foram expostos a um processo prévio de familiarização aos estímulos. Tal processo consistiu num único ensaio de familiarização de 15 segundos, durante o qual duas cópias idênticas do número 1 (ou a sua imagem espelhada) foram apresentadas num grau específico de rotação. Referem também ter realizado dois ensaios de teste de preferência de 10 segundos, cada um dos quais emparelhando a rotação familiar com uma nova rotação. Tal como notam, os valores particulares de rotação que serviram como estímulos de familiarização e de teste foram escolhidos aleatoriamente das oito rotações possíveis mostradas (ou das suas rotações de imagem espelhada) para cada bebé no grupo feminino e um bebé correspondente no grupo masculino. Mencionam também que o posicionamento esquerdo-direito dos dois estímulos de teste foi contrabalançado entre os bebés do sexo feminino e masculino no primeiro ensaio e invertido no segundo ensaio. Como sublinham ainda, caso

meses (no primeiro estudo), a possibilidade de um início de vida tão precoce, as crianças já manifestarem um desempenho no processo de rotação mental, diferenciado sexualmente, de forma análoga aos adultos. O segundo estudo (ou experiência) incidiu na possibilidade de essa possível rotação mental, assim como a possível diferença sexual no desempenho, poder permanecer em bebês com idade um pouco superior. Mais especificamente, utilizaram uma amostra composta por bebês de 6 e 7 meses e de 9 e 10 meses de idade. Os resultados, notam, revelaram a existência de diferenças sexuais no desempenho da rotação mental nos bebês que compuseram as amostras em ambos os estudos. Sublinhando os autores que a suposta diferença entre os sexos na rotação mental, poderá estar presente logo durante a primeira infância.

Saltando agora mais de uma década, em termos das etapas do desenvolvimento humano, cabe-nos referir um estudo realizado com jovens adolescentes de ambos os sexos (N=218), por Lizarraga e Ganuza (2003), no qual foram investigados os efeitos de técnicas de desenvolvimento das capacidades espaciais. Neste estudo, os autores partiram dos pressupostos de que a melhoria das capacidades espaciais representa um desafio no processo educativo; que nesse sentido, a rotação mental seria um componente importante do potencial intelectual; que uma intervenção a esse nível seria igualmente benéfica para os rapazes e raparigas. A atividade proposta neste estudo consistiu na aplicação e avaliação do efeito de um programa de intervenção, sobre o desempenho de uma tarefa de rotação mental e a transferência de aprendizagem para um teste de visualização. O tratamento consistiu no desempenho da tarefa em 12 folhas de rotação mental durante um intervalo de dois meses, com avaliações pré e pós-tratamento das variáveis de critério. Os resultados sugeriram, a acreditar nos autores, que o tratamento produziu os efeitos esperados.

Igualmente digno de nota, Neubauer *et al.* (2010) estudaram o efeito combinado de treino de rotação mental, em contra-apresentações de uma tarefa clássica inspirada em Shepard-Metzler com objetos *bi* e *tridimensionais*, durante duas semanas. Neste estudo, a amostra foi composta por adolescentes de ambos os sexos com cerca de 15 anos de idade, e a tarefa foi acompanhada de padrões de ativação cortical, avaliada através de eletroencefalograma. Os resultados deixam perceber, afirmam os autores (a partir da análise do parâmetro de desempenho), que o tempo de reação revelou apenas efeitos significativos na forma de apresentação do teste, havendo a registrar tempos de reação mais curtos na versão tridimensional (3D) comparativamente à versão bidimensional (2D) da tarefa de rotação mental; tendo-se verificado nos sujeitos submetidos ao

os bebês percebessem a nova rotação como familiar e a imagem espelhada como nova, então a imagem espelho devia ser preferida.

treino um encurtamento significativo de tempos de reação. Notando ainda os autores que os resultados não revelaram diferença significativa entre os sexos; referindo porém que a análise do parâmetro de desempenho (em termos de pontuação) na tarefa de rotação mental revelou uma diferença entre os sexos, tendo os rapazes desempenhado melhor apenas na versão bidimensional, mas não na versão tridimensional; e por outro lado, diminuiu após o treino. Enfim, sublinham Neubauer e colegas, foi observada (neurofisiologicamente) uma interação múltipla entre os fatores sexo, dimensionalidade (2D e/ou 3D), treino e hemisfério, sugerindo que a hipotética redução de ativação cerebral (aumento da eficiência neural) com o treino, foi verificada para o sexo masculino em ambas as versões bidimensional e tridimensional. No entanto, notam, para as raparigas esse decréscimo foi encontrado apenas na versão da tarefa de rotação mental tridimensional e não na versão da tarefa de rotação mental bidimensional.

5. Possíveis implicações de alguns fatores na rotação mental

5.1. Introdução

Neste âmbito genérico da investigação ao nível das competências visuo-espaciais que temos vindo a abordar, tem merecido também alguma atenção o estudo da implicação que alguns fatores específicos possam ter no processo (em termos de um bom ou fraco desempenho) de rotação mental. Mais precisamente, têm-se vindo a realizar alguns estudos com o objetivo de avaliar os possíveis efeitos que tais fatores específicos (entre outros, tácteis, sistematização e de autoconfiança) poderão ter, em termos de estratégias utilizadas para um melhor desempenho em tarefas de rotação mental.

5.2. Fatores tácteis

No que diz respeito aos fatores tácteis, Ungar *et al.* (1995) investigaram a relação entre diferentes estratégias para explorar tátilmente um estímulo e o padrão de resposta em pessoas congenitamente cegas. Mais especificamente, testaram crianças cegas de nascença e crianças com deficiência visual (frequentadores de escolas para deficientes visuais) quanto à sua capacidade de aprender e recordar um esquema de símbolos tácteis, sujeitando-as a um processo de exploração de esquemas com várias formas, que posteriormente teriam de tentar reproduzir. Simplificadamente, a tarefa consistiu⁷⁸ na manipulação de objetos com formas

⁷⁸ Tal como descrevem Ungar *et al.* (1995) as crianças foram testadas individualmente, utilizando a manipulação de objetos que tinham a configuração de cinco formas (cruz, quadrado, círculo, triângulo e estrela de seis pontas). Na tarefa, duas das formas de objetos foram fixadas numa caixa. As crianças foram convidadas a explorar o interior da

variadas, colocados dentro de uma caixa, tendo os sujeitos que explorar tatilmente e memorizar uma, três ou cinco formas de objetos; e tendo em seguida (com a caixa fechada) de tentar reproduzir a matriz que se encontrava no interior da caixa. Segundo os autores, todas as crianças (congenitamente cegas e deficientes visuais) revelaram ser menos precisas na condição de rodado do que na condição de alinhado. Ungar e colegas observaram ainda que as crianças que usaram estratégias mais sofisticadas foram menos afetadas pelo número de formas e pela rotação da matriz. O que os terá levado a sugerir, à luz dos resultados obtidos, que, mais do que o estado (de deficiência) visual ou da idade, será o uso de estratégias o maior responsável por diferenças de desempenho entre as crianças.

O estudo de Prather e Sathian (2002) insere-se no mesmo âmbito; ou seja, a base neural da rotação mental tátil e das possíveis estratégias envolvidas no desempenho das tarefas de rotação. Estes autores notaram, a partir de uma revisão à literatura relevante, que a rotação mental em tarefas com estímulos tácteis está especificamente associada à necessidade de discriminar as imagens espelhadas, em oposição às orientações idênticas; e que a região-chave do cérebro mediadora da rotação mental de estímulos tácteis parece ser o córtex parietal. Tal constatação levou-os a testar pessoas com visão normal, às quais taparam os olhos, com a finalidade de avaliar a natureza do quadro de referência para a rotação mental de estímulos tácteis. Entre várias conclusões, Prather e Sathian sustentam que o facto dos sujeitos com visão normal (no caso dos participantes do seu estudo) e os sujeitos cegos devido a perda de visão por doença ou acidente (em referência a estudos de outros autores), terem revelado melhor desempenho, por comparação com cegos congénitos, sugere que possa haver uma vantagem distinta na utilização do processamento visual de imagens na transformação mental dos estímulos tácteis. Saliendo de igual modo que os estímulos tácteis são muitas vezes interpretados, através de coordenadas multissensoriais (e não apenas centrados na pele), com perspectivas aparentemente diferentes, adotadas pelos sujeitos em diferentes tarefas. Sustentando ainda que a rotação mental de estímulos tácteis é influenciada pela estrutura de

caixa, certificando-se de que sabiam onde as formas estavam. Quando as crianças estavam confiantes de que tinham memorizado a posição das formas, era colocada uma tampa na caixa. Logo após o fecho da caixa ou após conversa com o experimentador durante um minuto, foram entregues às crianças dois objetos com formas idênticas às que estavam no interior da caixa e foi-lhes pedido que reproduzissem, em cima da tampa da caixa, as formas que tinham explorado tatilmente. A reprodução da matriz foi-lhes pedida para que a fizessem na mesma orientação em que a tinham explorado (condição de alinhado) ou pedindo para se moverem 90° ao redor da caixa entre a exploração e a reprodução das formas (condição de rodado). Após cada ensaio, a tampa foi retirada para as crianças compararem os objetos originais com a sua representação dos mesmos.

referência atribuída⁷⁹. Referindo contudo não terem conseguido distinguir, no seu estudo, qual das estruturas terá influenciado os resultados obtidos.

5.3. A questão da sistematização (Baron-Cohen)

Provavelmente, tal estrutura de referência (referida anteriormente) poderá estar relacionada com um processo de sistematização⁸⁰ dado que, como refere Baron-Cohen (2008), o processo de sistematização reflete-se na capacidade de analisar de forma eficaz as variáveis de um sistema. Sendo deste modo, tal como sublinha o autor (notório pelos seus escritos sobre as perturbações do espectro autista), necessário tratar cada característica em exibição como uma variável que pode ser transformada e, seguidamente, prever como ela vai aparecer após a transformação. Baron-Cohen menciona ainda que os resultados por ele observados numa revisão à literatura sugerem que na população em geral, o processo de sistematização revela fortes diferenças sexuais. Terá sido neste sentido que Brosnan *et al.* (2010) realizaram um estudo (N=126) com o objetivo de comparar diretamente o desempenho de rotação mental com o processo de sistematização e ainda as possíveis diferenças entre os sexos. Mais especificamente, examinaram a relação entre sistematização e os componentes rotativos e não-rotativos⁸¹ da tarefa de rotação mental. Na realização da experiência, os autores utilizaram um computador com *software* dum teste de rotação mental constituído por cinco formas de objetos; cada forma tinha dois tipos de resposta com base em quatro exemplos, somando um total de quarenta itens⁸². Os resultados revelaram que a sistematização correlacionou-se com a rotação mental, concretamente com a componente não rotativa da tarefa de rotação mental, mas não a componente de rotação da tarefa. Estes mesmos autores notaram ainda, a existência de uma diferença entre os sexos em sistematização e o aspeto não rotativo da tarefa de rotação mental.

⁷⁹ Segundo Prather & Sathian (2002) as estruturas de referência, supostamente serão três: as centradas no corpo, as centradas na cabeça e as centradas nos olhos.

⁸⁰ Segundo Baron-Cohen (2008, p.66), o processo de sistematização envolve cinco fases: Análise: observações individuais de entrada e saída são registadas de forma padronizada, a um baixo nível de detalhe; Operação: Uma operação é realizada na entrada, e a mudança para a saída é anotada; Repetição: A mesma operação é repetida uma e outra vez, para testar se o mesmo padrão entre entrada e saída é obtida; Lei de Derivação: A lei é formulada na forma de "Se X (operação) ocorre, A (entrada) muda para B"; Confirmação/ Infirmação: Se o mesmo padrão de entrada e operação de saída é válido para todos os casos, a lei é mantida.

⁸¹ Segundo os autores, os componentes não rotativos da tarefa são: a codificação de estímulos, o processo de comparação, a preparação da resposta e a execução.

⁸² O estímulo com configuração de cubos era apresentado aos participantes em pares e composto por cinco ângulos de divergência entre os dois objetos (0°, 40°, 80°, 120°, 180°). Os dois objetos podiam ser semelhantes ou diferentes entre si. A forma padrão e as de comparação eram apresentadas aos participantes de forma aleatória em ângulos diferentes. Das formas de comparação, os participantes tinham de escolher aquela que era igual à forma padrão.

5.4. A questão da autoconfiança

Com base no pressuposto de que em tarefas que exigem a rotação mental de figuras tridimensionais, os homens em geral tendem a apresentar melhor desempenho do que as mulheres, Estes & Felker (2012) realizaram um estudo envolvendo estudantes universitários de ambos os sexos (N=70) com idades compreendidas entre os 17 e 23 anos. Neste estudo, dividido em quatro experiências⁸³, foi utilizado um teste de rotação mental com o objetivo de investigar se a variabilidade da confiança individual seria um possível mediador de tal diferenciação sexual no desempenho de rotação mental. Tal como foi observado em cada uma das quatro experiências, a diferença entre os sexos foi provocada e eliminada de forma fiável através do controle e da manipulação da confiança dos participantes. Mais especificamente na primeira experiência, a confiança previu o desempenho dentro e entre os sexos; na segunda e terceira experiências, ao tornar a confiança irrelevante para a tarefa, a diferença entre os sexos no desempenho foi eliminada; na quarta experiência, a manipulação da confiança afetou significativamente o desempenho. Nestas condições, os mesmos autores sugerem que a confiança medeia a diferença entre os sexos no desempenho de rotação mental e, portanto, a diferença sexual parece constituir uma diferença no desempenho em vez da capacidade.

⁸³ Segundo Estes & Felker (2012) as quatro condições experimentais tinham como finalidade averiguar se o grau de confiança dos participantes perante a tarefa de rotação mental altera o seu desempenho. Como descreveram, os participantes foram testados individualmente e as experiências foram realizadas por via de computador. Por conseguinte, na experiência 1, testaram se a confiança alterava o desempenho da rotação mental entre os sexos e entre os sujeitos de cada sexo. A experiência começava com a apresentação da imagem padrão e de quatro alternativas de rotação alinhadas horizontalmente no ecrã; as formas permaneciam no ecrã durante 15 segundos e seguidamente era pedido ao participante para colocar a sua primeira escolha (a, b, c, d) ou clicar “espaço” se não tivesse certeza na resposta; a seguir era-lhe perguntado o quão confiante ele estava na sua resposta, podendo responder de 1 = nada confiante a 7 = muito confiante; a seguir era pedido a segunda escolha e o grau de confiança na segunda escolha; eram realizadas 24 tarefas aleatórias ao participante e no fim este tinha de escrever se era masculino ou feminino e a idade. Na experiência 2, procuraram atenuar a diferença entre os sexos na rotação mental, tornando a confiança irrelevante para a tarefa. Começaram por dividir os participantes em dois grupos; o primeiro grupo realizou uma atividade igual à primeira, mas com a diferença de não lhes ser pedido o grau de confiança nas escolhas; o segundo grupo realizou a experiência como o primeiro, mas era-lhe pedido que desse duas respostas em cada um dos 24 testes. Na experiência 3, procuraram analisar se a diferença entre os sexos no desempenho da rotação mental era melhor explicada pela confiança ou pelas omissões. O procedimento foi semelhante ao do segundo grupo da experiência 2, sendo que foi dado tempo ilimitado para conclusão de cada teste, bem como foi pedido para descreverem o grau de confiança após cada resposta. Na experiência 4, foi manipulada a confiança dos participantes antes da execução dos testes. Deste modo, todos os participantes completaram um primeiro teste intencionalmente difícil, para que não fossem capazes de avaliar o seu desempenho. Foram informados de que a experiência seria dividida em duas partes; os participantes foram aleatoriamente designados como tendo um nível alto de confiança ou um nível baixo de confiança; em seguida aparecia no ecrã dos participantes com um nível de confiança alto que estes estavam “acima da média” e no ecrã dos participantes com um nível de confiança baixo, aparecia que estavam “abaixo da média”; por fim, os participantes realizavam a segunda parte da experiência, que era igual à do primeiro grupo da experiência 2.

6. Efeitos organizacionais da testosterona fetal em tarefas de rotação mental

As possíveis relações entre os efeitos organizacionais da testosterona fetal e as capacidades espaciais nos seres humanos, tem vindo a suscitar interesse no seio da comunidade científica, nomeadamente no que diz respeito ao desenvolvimento das capacidades em tarefas de rotação mental, como já aqui referimos. A este respeito, veja-se por exemplo o estudo de Auyeung *et al.* (2012) que contou com a participação de uma amostra composta por crianças de ambos os sexos (N=64) e no qual foi investigado se o androgénio fetal, medido no segundo trimestre do desenvolvimento pré-natal a partir do líquido amniótico, estaria ou não relacionado com aspetos específicos da capacidade visuo-espacial. O procedimento do estudo consistiu na realização de uma série de tarefas, mais concretamente, um *teste de figuras embutidas* para medir a atenção aos detalhes; uma tarefa de atirar uma bola ao alvo, para medir a coordenação olho-mão; uma tarefa de rotação mental com recurso ao computador e com a finalidade de medir a capacidade de rotação.

Segundo os autores, a testosterona fetal foi um preditor significativo para a pontuação no teste de figuras embutidas, tanto para os meninos como para as meninas, tendo os meninos revelado melhor desempenho do que as meninas. Ainda segundo os mesmos autores, os meninos revelaram também melhor desempenho do que as meninas na tarefa de rotação mental. Contudo, como sublinham, não foi observada uma relação significativa entre a testosterona fetal e as tarefas de atirar uma bola ao alvo e de rotação mental. Apesar disso, os resultados sugerem que é possível que os androgénios fetais tenham um papel significativo em alguns aspetos do desenvolvimento cognitivo, uma vez que vão ao encontro de estudos anteriores, que ligam os níveis de testosterona fetal no fluido amniótico a um melhor desempenho em tarefas, que mostram uma clara vantagem do sexo masculino.

Num outro estudo, Heil *et al.* (2011) trabalhando com participantes recrutados em universidades alemãs (N=400), enveredaram por uma ideia semelhante em relação ao papel da testosterona fetal. A amostra foi repartida por grupos de 200 pares de irmãos gémeos (sendo 100 pares de gémeos dizigóticos do mesmo sexo e 100 pares com um gémeo de sexo oposto), tendo o grupo de controle (i.e., não-gémeos) incluído 100 mulheres com um irmão mais velho e 100 mulheres com uma irmã mais velha (em ambos os casos criados conjuntamente e com diferença de idade entre 9 e 18 meses). Após avaliarem a possível influência (supostamente relacionada com a produção de androgénios) da presença intrauterina de um cogémeo masculino em gémeos fraternos do sexo feminino, Heil e colegas notaram que as mulheres com um cogémeo

masculino tiveram melhor desempenho no teste de rotação mental do que as mulheres com um cogémeo feminino. Notaram ainda que no grupo de controlo não-gémeos (N = 200), o desempenho das mulheres com um irmão ligeiramente mais velho não dependeu do sexo do irmão. Os mesmos autores sublinham que os resultados obtidos fornecem suporte preliminar para a teoria da influência da testosterona pré-natal sobre o desempenho de rotação mental.

Ainda neste âmbito do conhecimento sobre os possíveis efeitos da testosterona para as diferenças entre os sexos, especialmente naquelas tarefas ou capacidades nas quais os homens são favorecidos, é de salientar o estudo algo excêntrico de Vuoksimaa *et al.* (2012), o qual, não colocando em causa o pressuposto dos efeitos peri-natais da testosterona, resolveram estudar igualmente os possíveis efeitos *organizacionais* da testosterona pubertal. Esta hipótese parece ser promissora, pois têm sido estudadas nos últimos anos eventuais alterações cerebrais durante este período do ciclo de vida, isto é, puberdade e adolescência. Não será, por conseguinte, de desprezar a possibilidade de o aumento de produção que marca o início da puberdade sobretudo nos rapazes, possa ter alguns efeitos *organizacionais* (além dos efeitos *ativacionais*), uma vez que, *a priori*, os seus cérebros foram expostos a quantidades elevadas de testosterona no período peri-natal. Mais exatamente, Vuoksimaa *et al.* (2012) propuseram-se estudar se tais efeitos também se podiam observar nas capacidades cognitivas de jovens adultos, através da comparação dos níveis de androgénios recolhidos na fase púbere. Participaram no estudo um conjunto de gémeos de ambos os sexos (N=308, 130 do sexo masculino e 178 do sexo feminino)⁸⁴, sendo o objetivo relacionar os níveis de testosterona púbere (recolhida aos 14 anos de idade) e o desempenho cognitivo em idade adulta jovem (entre os 21 e os 23 anos de idade). Em particular, os autores avaliaram o possível efeito positivo da testosterona púbere nos homens, quanto ao desempenho numa tarefa de rotação mental; prestando igualmente atenção à possibilidade de tal efeito positivo poder manifestar-se no sexo feminino ou em domínios cognitivos sexualmente neutros. Deste modo, a avaliação do desempenho dos participantes foi realizada através da administração de vários testes, nomeadamente, um *Teste de Rotação Mental*, um *Teste de Memória de Localização de Objeto* com o objetivo de medir a capacidade espacial (em que supostamente o desempenho é mais favorável para o sexo feminino)⁸⁵, um

⁸⁴ Como descrevem, na sua amostra havia 134 pares de gémeos e 40 gémeos individuais sem o seu cogémeo. Os pares completos incluíram 29 pares monozigóticos (MZ) do sexo feminino, 17 pares masculinos MZ, 30 pares dizigóticos (DZ) do sexo feminino, 18 pares masculinos DZ e 40 pares DZ do sexo oposto. A zigoticidade foi determinada a partir de DNA para todos os 94 pares do mesmo sexo.

⁸⁵ Os autores mencionam que este *Teste de Memória Localização de Objetos* (TMLO) (Silverman e Eals, 1992) foi utilizado para medir a capacidade espacial-favorecendo as mulheres. Neste teste, foram mostrados aos participantes desenhos de 27 objetos por um período de 1 minuto com a instrução de memorizar todos os objetos. Após 1 minuto,

*Subteste Símbolos de Dígitos*⁸⁶ com a finalidade de medir a velocidade de processamento da tarefa (considerado como medida cognitiva não-espacial e cujo desempenho é suposto ser mais favorável às mulheres) e o *Subteste de Nomeação de Dígitos*⁸⁷ da escala de memória de Wechsler com o objetivo de medir a memória de trabalho auditiva (considerado como uma medida cognitiva sexualmente neutra). Os resultados parecem mostrar que a testosterona púbere foi negativamente associada com o desempenho no teste de rotação mental no caso dos homens, enquanto que entre as mulheres não houve associação significativa entre a testosterona e medidas cognitivas. Fazendo, no entanto, notar que vários estudos anteriores encontraram uma associação ou correlação positiva. Fazendo notar igualmente que neste caso, houve um intervalo de 7 ou 9 anos entre a medição dos níveis de testosterona e a aplicação dos testes de rotação mental; tal hiato poderá eventualmente ter introduzido alterações no desenvolvimento (por exemplo através da educação) ou outras variáveis não controladas que poderão, ou não, explicar este resultado aparentemente contraditório. Também por essa razão, é necessário mais investigação sobre este tópico que, como afirmámos atrás, parece ser promissor. Os autores fazem notar ainda, que após o controlo do desenvolvimento púbere⁸⁸ se verificou nos homens uma associação significativa entre a testosterona e medidas cognitivas. Foi notado ainda que os resultados obtidos sugerem que os níveis de testosterona púbere estão

foram-lhes mostrados um outro conjunto de desenhos em que os mesmos 27 objetos apareceram, mas em que 14 objetos tinham mudado a sua localização. A tarefa do sujeito era identificar quais os objetos que haviam mudado a sua localização e quais os que não tinham mudado. Foi atribuído um ponto para respostas corretas e um ponto foi deduzido para respostas incorretas. Os participantes tiveram 1 minuto para indicar se os itens tinham mudado ou mantido a sua localização. A pontuação total possível para OLM variou de 27-27

⁸⁶ Como notaram, a velocidade de processamento foi estudada com o subteste *Symbol Digit da Wechsler Adult Intelligence Scale III* (WAIS-III; Wechsler, 1997). Na execução desta prova, os participantes copiaram símbolos que combinavam com os números de um a nove o mais rápido possível. Havia um limite de tempo 2 minutos e uma breve prática com quatro itens antes do teste. O número de símbolos corretamente marcados foi utilizado como uma medida da velocidade de processamento. Símbolo dígitos foi considerado como medida cognitiva não-espacial favorecendo as mulheres: de acordo com o manual finlandês da WAIS-III o efeito do sexo é 0,54 como classificado por Cohen's (Wechsler, 2005).

⁸⁷ Notaram também que este subteste de nomeação de dígitos da *Escala de Memória de Wechsler - Revista* (WMS-R; Wechsler, 1987) foi aplicado para estudar a Memória de trabalho auditiva. Como observaram, na condição de nomeação de Dígitos em ordem direta, os participantes tiveram de repetir os números na mesma ordem em que foram lidos em voz alta pelo experimentador. Na condição de nomeação em ordem inversa, os participantes tiveram de repetir os números na ordem inversa, a partir do final para o início. A condição direta começou com uma sequência que consiste em três dígitos e a condição inversa começou com uma sequência que consiste em dois dígitos. Os participantes receberam um ponto por cada sequência nomeada corretamente. O número de espaços corretamente preenchidos foi usado como uma medida da memória de trabalho auditiva.

⁸⁸ Como referem Vuoksimaa *et al.* (2012) este controlo do desenvolvimento púbere teve como objetivo estudar a associação entre os níveis de testosterona na fase púbere e as capacidades cognitivas entre os jovens adultos gémeos e foi realizado através de uma escala de quatro pontos na qual o 1 = não se iniciou o desenvolvimento; 2 = o desenvolvimento iniciou-se agora; 3 = o desenvolvimento está definitivamente a acontecer; 4 = o desenvolvimento está completo.

relacionados especificamente à capacidade espacial, revelando melhor desempenho do sexo masculino e apenas entre os homens adultos. Sendo ainda salientado que análises realizadas dentro da família fazem supor possíveis efeitos genéticos compartilhados entre testosterona púbere e capacidade de rotação mental. Este aspeto é interessante, porquanto outros autores, em especial Hines (2004, 2011) já tinham notado que além das influências hormonais pré-natais, a primeira infância e a puberdade podem constituir períodos críticos adicionais quanto à influência das hormonas sexuais na organização neuro-comportamental humana.

Por seu turno, Noreika *et al.* (2014) realizaram um estudo algo insólito, (N=49) com uma amostra feminina com o objetivo de investigar o efeito da progesterona, no desempenho de tarefas de rotação mental de longa duração⁸⁹, tendo em consideração a importância das capacidades espaciais no desempenho de muitas profissões. Foram constituídos três grupos de sujeitos, sendo um deles composto por homens que serviram como controlo. Dos outros dois grupos, um foi composto por mulheres em fase folicular (ou seja, com a progesterona baixa) e outro com mulheres na sua fase lútea (progesterona alta). Para além do teste de rotação mental, foram aplicadas classificações subjetivas de fadiga e foram analisadas medidas cardiovasculares em conjunto com as concentrações de 17 β -estradiol e progesterona⁹⁰. Os resultados revelaram que as mulheres em fase lútea foram significativamente mais lentas, tanto em relação aos homens, como em relação às mulheres na fase folicular. Observaram ainda os mesmos autores que o aumento nas avaliações subjetivas de fadiga relacionou-se positivamente com o nível de progesterona; isto é, com níveis de progesterona mais elevados, as mulheres relatavam sentir-se mais cansadas.

Em suma, embora possam existir estudos cujos resultados contradizem (ou parecem contradizer) resultados obtidos por outros estudos, conforme notaram Nowak & Moffat (2011), é de notar que várias investigações realizadas em seres humanos e noutros animais sugerem que os esteroides sexuais, nomeadamente a testosterona fetal, exercem de facto efeitos

⁸⁹ Segundo os autores, estas tarefas repartiam-se por quatro blocos de tarefas com 400 pares de imagens, sendo que cada participante, individualmente, tinha 20 minutos para realizar cada bloco de tarefas (80 minutos para a realização total).

⁹⁰ Como notaram Noreika *et al.* (2014), os níveis de hormonas sexuais salivares (17 β -estradiol e progesterona) foram analisados para quantificar os níveis de hormonas livres e comparar os níveis de hormonas entre grupos. Para procederem à investigação, as amostras de saliva foram colhidas dos participantes no estudo por duas vezes, tendo a primeira colheita sido feita no início da experiência e a segunda colheita no fim da tarefa principal. Aos participantes foi pedido para 30 minutos antes da colheita das amostras, não comerem, não beberem, não mascarem pastilha ou lavarem os dentes, mas para enxaguarem a boca com água fria 5 minutos antes da colheita; as concentrações de 17 β -estradiol e progesterona foram determinadas quantitativamente por ensaio imunoenzimático "*in vitro*" na saliva humana.

organizacionais nas capacidades cognitivas, nomeadamente em tarefas de rotação mental (e.g. Auyeung *et al.*, 2012; Estes & Felker, 2012; Noreika *et al.*, 2014; Vuoksima *et al.* 2012). Tais efeitos serão diferenciados sexualmente, revelando-se nos homens em média um melhor desempenho, no caso das tarefas de rotação mental, em comparação com os resultados médios obtidos pelas mulheres (Auyeung *et al.*, 2012; Brosnan *et al.*, 2010; Estes & Felker, 2012; Heil *et al.*, 2011; Lippa *et al.*, 2010). Para além disso, tem sido sugerido que tal diferenciação se desenvolve muito precocemente, por um lado, tendendo por outro lado a persistir ao longo da vida (Hines, 2004, 2011; Martin *et al.*, 2008; Moore & Johnson, 2008; Quinn & Liben, 2014); não sendo, no entanto, de excluir a possibilidade de uma interação da testosterona pré-natal e outros fatores para a origem de perfis cognitivos específicos no processamento visuo-espacial (Brosnan *et al.*, 2010; Estes & Felker, 2012; Falter *et al.*, 2008). Deste modo, a capacidade de rotação mental como uma das tarefas visuo-espaciais mais estudadas e amplamente utilizadas no campo da neuropsicologia cognitiva (Hirschfeld *et al.*, 2013), pode ajudar por exemplo a prever a aptidão em determinados campos de desempenho, como as profissões que exigem capacidades espaciais altamente desenvolvidas (Noreika *et al.*, 2014; Nye & Orel, 2015; Valla & Ceci, 2011). Contudo, reitera-se que, em termos genéricos, apesar de os resultados sugerirem que a testosterona fetal terá um papel significativo em alguns aspetos do desenvolvimento cognitivo, é necessário realizar mais investigação para compreender melhor o seu efeito sobre os diferentes aspetos da capacidade visuo-espacial (Auyeung *et al.*, 2012).

7. Rotação mental de partes do corpo

Para além da perspetiva clássica, por assim dizer, sobre a rotação mental, surgiu no final da década de 1980 uma outra forma de perspetivar a organização cerebral no desempenho de tarefas visuo-espaciais. Estamos a referir-nos em particular aos estudos que têm utilizado testes de rotação mental de partes do corpo. A lógica que preside a tal perspetiva é que este tipo de processamento visual de estímulos, utilizando figuras representando partes do corpo humano, é especial e distinto daquele que é utilizado em relação a outros objetos (Overney *et al.*, 2005; Parsons, 2003). Acresce que, segundo Overney *et al.* (2005) este processamento distinto pode dever-se ao conhecimento implícito de restrições anatómicas e biomecânicas do corpo humano.

A este propósito, é de destacar o trabalho de Lawrence Parsons, um dos pioneiros nesta matéria. Efetivamente, já em 1987 Parsons notara que os resultados de algumas pesquisas sugeriam que as propriedades da transformação espacial imaginada destes estímulos (partes do corpo), podem ser diferentes das propriedades de transformação de outros objetos, como letras,

números, objetos abstratos, não familiares, formas bidimensionais e tridimensionais. Para avaliar tais sugestões, Parsons (1987) analisou no seu estudo dois fenómenos que considera relacionados: por um lado, o julgamento sobre se uma parte do corpo humano pertence à metade esquerda ou direita; e, por outro lado, a transformação espacial imaginada do próprio corpo⁹¹. O autor notou que o tempo para julgamentos esquerda-direita e que acompanha as transformações espaciais imaginadas, dependeu da amplitude da diferença de orientação entre o observador e o estímulo. Sublinhando também que o tempo para os fenómenos analisados (referidos acima) depende fortemente e da mesma forma, do sentido da diferença de orientação. Notando que resultados adicionais mostraram que a avaliação de transformações espaciais imaginadas pode variar fortemente em diferentes eixos e direções de rotação em torno de um eixo. Salienta ainda que estes resultados sugerem que as propriedades temporais e cinemáticas de transformações espaciais imaginadas são específicas do objeto, mais do que poderia ser previamente assumido.

Parsons prosseguiu o seu estudo, publicando cerca de quinze anos mais tarde (Parsons, 2003) um artigo (de revisão) no qual procura perceber a possibilidade de existirem as referidas diferenças do processamento visual. Refere neste âmbito (isto é, a partir da revisão de estudos de mapeamento do cérebro, que utilizaram estimulação cortical direta e estimulação magnética transcraniana repetitiva)⁹², que é possível isolar uma área no córtex parietal superior direito, que parece ser crucial para a rotação mental de objetos, mas não para a rotação mental do próprio corpo. De facto, como notam Zacks *et al.* (2003), a estimulação elétrica do córtex parietal direito interfere com o desempenho da tarefa de rotação mental.

Sugestão semelhante sobre o envolvimento das áreas corticais na rotação mental parece apontar o estudo de Overney *et al.* (2005), que se propôs investigar os mecanismos neurais de estímulos do corpo anatomicamente possíveis (familiares) e impossíveis (desconhecidos). Neste estudo os autores utilizaram como estímulos a palma de uma mão direita com o polegar em diferentes orientações, a imagem de uma mulher vista de costas com o seu antebraço direito em diferentes orientações e o perfil de um homem com o antebraço direito em diferentes

⁹¹ Como descreve Parsons (1987), o procedimento consistiu na realização de três experiências. Nestas, os participantes fizeram julgamentos esquerda-direita de uma parte de um corpo, cuja orientação diferia do seu próprio, através de uma rotação em torno de um de 13 eixos. Para fazê-lo, eles imaginaram-se colocando-se na mesma orientação do estímulo.

⁹² Como notaram Kedzior *et al.* (2012) a *estimulação magnética transcraniana repetitiva* (EMTr) é um método de estimulação não invasivo do cérebro que pode ser de baixa frequência ($\leq 1\text{Hz}$) ou de alta frequência ($>1\text{Hz}$) e que está associada a uma melhoria nas funções cognitivas seletivas, nomeadamente quando utilizada no tratamento de depressão.

orientações. Os resultados obtidos revelaram que posturas corporais possíveis e impossíveis são processadas de forma diferente num paradigma de rotação mental. Isto será devido ao facto de que as restrições anatómicas e biomecânicas estão envolvidas nas transformações mentais do corpo. Além disso, notam ainda, os participantes parecem reconhecer configurações do corpo como possíveis ou impossíveis logo nos primeiros estágios de processamento, mencionando ainda que tal identificação preliminar (reconhecimento) aparece antes do próprio processo de rotação mental. Assim, concluem que a rotação mental de partes do corpo ativa a área parietal esquerda, o que parece ser específico para a rotação mental de corpos, contrastando com a rotação mental de objetos, que se pensa ser um processo envolvendo mais atividade da área parietal direita.

Por sua vez, Bonda *et al.* (1995) já haviam investigado uma outra questão relacionada, mas diferente: tentar identificar o lado do corpo em questão. Mais especificamente, conceberam um estudo em duas fases: numa primeira, 10 sujeitos masculinos dextros foram expostos a uma experiência psicofísica⁹³, para relacionar as orientações (das mãos) mais difíceis em termos de rotação mental; numa segunda fase, 16 sujeitos diferentes, mas emparelhados com os primeiros, foram submetidos a uma sessão múltipla de *tomografia por emissão de positrões* (vulgarmente designado por *PET scan*), na qual deveriam efetuar rotações mentais difíceis por períodos sucessivos de 60 segundos. Para a execução das tarefas, apresentaram aos sujeitos fotografias de posturas da mão em várias orientações, pedindo-lhes para indicarem se era a esquerda ou a direita que era mostrada. Notaram que os sujeitos responderam imaginando a sua própria mão rodada para coincidir com a orientação do estímulo apresentado. Segundo os

⁹³ Como notaram Bonda *et al.* (1995) na experiência psicofísica os sujeitos variaram entre 21-29 anos de idade sendo a sua idade média de 25 anos. A lateralidade foi avaliada através do *Inventário de Lateralidade de Edimburgo*. Os estímulos eram fotografias de 11 mãos naturais do mesmo homem (esquerda e direita) em diferentes posições. As mãos eram imagens de espelho uma da outra. A cada indivíduo foi sendo apresentada uma fotografia de uma mão numa determinada orientação e eles tinham de decidir se a mão apresentada era a da esquerda ou da direita. As 11 posições da mão foram apresentadas em 12 orientações definidas pela sua rotação no sentido horário a partir da posição vertical: 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 210°, 240°, 270°, 300° e 330°. Os estímulos foram exibidos, um de cada vez, num ecrã de computador dentro de um campo circular e o sujeito indicava a sua resposta pressionando a tecla esquerda ou a direita do rato. Os tempos de resposta foram medidos a partir do início do estímulo para a resposta-chave. O intervalo interestímulo foi de 2 segundos. Cada estímulo subtendia ≈11° de ângulo visual. Ainda como notaram Bonda *et al.* (1995) na experiência da PET os sujeitos variaram entre os 19-27 anos de idade, sendo a média de idade 22,4 anos. Todos foram avaliados também pela escala de lateralidade de Edimburgo. Esta experiência foi constituída por duas condições de digitalização PET e uma sessão de 7 digitalizações PET. A ordem de apresentação destas condições foi contrabalançada entre os indivíduos. Os estímulos foram apresentados num monitor de computador e foram anotados os TRs do sujeito e a precisão da resposta. Uma das cinco condições restantes envolvia a digitalização enquanto os sujeitos estavam constantemente a articular as letras “a” e “b”, mantendo os olhos abertos. Uma vez que nesta condição não foram apresentados estímulos visuais na tela, poderia servir como uma linha de base para observar o efeito (isto é, aumentos e diminuições do fluxo sanguíneo cerebral) sobre a função do parietoccipital em ambas as experiências e as tarefas de controlo.

autores, o sucesso da tarefa poderia estar dependente do envolvimento constante do sujeito na rotação mental do seu próprio corpo durante o período de verificação. Como observaram, os resultados obtidos no seu estudo revelaram que, no cérebro humano, existe um sistema específico de zonas parietais que estão envolvidas nas transformações mentais do corpo no espaço. Referem ainda que na condição de rotação mental das mãos, em relação ao controlo, havia atividade bilateral no córtex do lobo parietal superior e na parte anterior da ínsula; e no córtex parietal esquerdo, a atividade estendeu-se à parte do meio do sulco intraparietal e, na sua parte anterior, na parte próxima do lóbulo parietal inferior.

8. Rotação mental de objetos e de partes do corpo

É interessante verificar que a rotação mental, tanto de objetos como de partes do corpo, tem vindo a ser utilizada (embora ainda não tenha motivado muitos estudos) como instrumento de estudo sobre a natureza e a extensão dos *deficits* na cognição espacial em pessoas com algumas patologias neurocognitivas. É o caso, nomeadamente, de pessoas com a infeção pelo HIV, *Transtorno de Desenvolvimento da Coordenação*, *Distonia Focal da Mão* (também conhecida como “*câibra do escritor*”) e *Distonia Cervical Ideopática* (e.g. Fiorio *et al.*, 2006, 2007; Weber *et al.*, 2010; Wilson *et al.*, 2004).

Embora este tópico (utilização de testes de rotação mental em estudos clínicos) não seja central nesta dissertação, consideramos merecer aqui uma referência, dado o facto de as tarefas de rotação mental serem amiúde utilizadas como instrumento de medida das capacidades visuo-espaciais. E dado o facto, por outro lado, de os estudos clínicos nos poderem alertar para a implicação de fatores pouco investigados a ter em consideração (por exemplo, deterioração de sistemas e interrupção de processos neuropsicológicos envolvidos nas transformações mentais, etc.), que poderão afetar a capacidade cognitiva e visuo-espacial, nomeadamente ao nível da rotação mental.

Neste âmbito, começaríamos por salientar o trabalho de Wilson *et al.* (2004), no qual foram utilizadas tarefas de rotação mental com imagens de mãos, num estudo envolvendo crianças com *Transtorno de Desenvolvimento da Coordenação* (TDC) e outras saudáveis como elementos de controlo (N=34; crianças de ambos os sexos, idade média de 10,4 anos). Neste estudo, os autores testaram a possibilidade de as crianças com TDC poderem ter dificuldades em gerar uma

representação visuo-espacial precisa, devido a défices na sua *imaginaria motora*⁹⁴. Segundo a sua previsão as crianças com TDC não estariam em conformidade com o padrão típico de responder para imaginar o movimento dos seus membros. A tarefa consistiu no julgamento da lateralidade de uma mão, após as imagens serem apresentadas em ângulos entre os 0º e 180º em intervalos de 45º e em qualquer direção.

Os autores destacam que os resultados foram consistentes com a sua hipótese. Mais exatamente, as crianças do grupo de controlo desempenharam de acordo com o padrão típico de rotação mental: ou seja, um moderado *trade-off* (à falta de melhor expressão) entre o tempo de resposta e o ângulo de rotação. Sublinhando que, no que diz respeito às crianças com TDC, o padrão foi menos típico, com uma função de *trade-off* de pequeno porte. Notando ainda que quanto à exatidão da resposta, esta não diferiu entre os grupos. Segundo estes autores, os resultados sugerem que as crianças com TDC, ao contrário das crianças do grupo de controlo, não recorrem automaticamente à *imaginaria motora* ao realizar a rotação mental, mas dependem de uma estratégia alternativa baseada no objeto que conserva velocidade e precisão. Sustentam também que isto pode ocorrer, porque é suposto essas crianças manifestarem uma reduzida capacidade de fazer transformações imaginárias a partir de uma perspetiva egocêntrica.

Por seu lado, Fiorio *et al.* (2006) realizaram uma investigação sobre *Distonia Focal da Mão* (DFM) ou “*câibra do escritor*” (N=30; sendo 15 com *câibra* do lado direito e 15 saudáveis), procurando investigar a possibilidade de os sujeitos afetados por DFM poderem ter dificuldades em tarefas envolvendo a rotação mental de partes do corpo; e ainda se quaisquer deficiências seriam específicas para o lado afetado ou generalizadas para outras partes do corpo. Neste estudo, conforme referem, a tarefa consistiu na apresentação de fotografias de mãos e pés, num monitor de computador, em diferentes direções. Durante a apresentação das imagens, os participantes deram o julgamento da lateralidade verbalizando se a parte do corpo apresentada era à esquerda ou à direita. Tal como salientam, deste estudo sobressaem dois resultados: em primeiro lugar, os pacientes com *câibra do escritor* foram mais lentos do que os sujeitos do grupo de controlo em relação à rotação das mãos, mas isso não aconteceu em relação à rotação dos pés; em segundo lugar, o padrão dos tempos de resposta aos estímulos nas várias orientações, sugere que a imagem motora mental dos controlos e dos pacientes reflete o tipo de

⁹⁴ Utilizamos a expressão “*imaginaria motora*” como tradução de “*motor imagery*” à semelhança de outros autores portugueses nesta área, confrontados com o mesmo problema (veja-se por exemplo Martins, 2015; em especial a nota da p. 21).

processos e mecanismos invocados durante a execução real dos mesmos movimentos. Os autores sugerem que, a rotação mental de partes do corpo reflete as limitações anatómicas de movimentos da mão real. Referem ainda que os sujeitos com DFM apresentaram défices de rotação mental específicos para a mão. Notando enfim que os défices estavam presentes durante a rotação mental, tanto da mão direita (afetada), como da mão esquerda (não afetada), sugerindo que as alterações observadas podem ser independentes e existem mesmo antes das manifestações evidentes de distonia.

Fiorio *et al.* (2007) realizaram um outro estudo, desta feita envolvendo sujeitos afetados por *Distonia Cervical Ideopática* (N=24; 12 diagnosticados com DCI e 12 controlos saudáveis), partindo do pressuposto de que os défices sensoriais e motores provocam um comprometimento específico na rotação mental das partes do corpo afetadas, investigaram a capacidade de pacientes afetados por DCI girarem mentalmente partes do corpo afetado (pescoço) e não afetado (mãos e pés). A tarefa consistiu na apresentação de estímulos corporais (fotos reais da mão esquerda ou direita, de pés e da cabeça de alguns homens jovens com uma mancha preta no lado esquerdo ou direito do olho) e não corporais (vista frontal de um carro com uma mancha preta no lado esquerdo ou direito do farol). Durante a apresentação dos estímulos os participantes tinham de verbalizar se as mãos ou os pés eram da direita ou da esquerda ou se a mancha do farol estava do lado esquerdo ou direito, sendo recolhidos os tempos de reação e precisão na realização das tarefas de lateralidade nos quatro estímulos. Os autores referem que os resultados obtidos sugerem que os pacientes com DCI são lentos em rotação mental de estímulos que representam partes do corpo (mãos, pés, cabeça). Notaram ainda que supostamente, esta anormalidade não se deveu a uma deficiência em geral de rotação mental por si, uma vez que a capacidade dos pacientes para rodar mentalmente um objeto não corporal (carro), não foi significativamente diferente dos participantes saudáveis.

Ainda neste âmbito, destaque-se o estudo mais recente de Weber *et al.* (2010) que incidiu sobre doentes infetados com HIV+ (N=19) e sobre um grupo de controlo (N=15) composto por pessoas seronegativas (HIV-), procurando averiguar a possível relação entre o desempenho de tarefas de rotação mental de objetos tridimensionais e de partes do corpo (mãos). Estes autores partiram da hipótese que haveria evidência de insuficiência relacionada com o HIV em tarefas de rotação mental e que um pior desempenho estaria associado com o comprometimento em medidas de funções executivas e memória de trabalho. Procuraram ainda avaliar se tal desempenho seria mais evidente na tarefa de rotação da mão (como exemplo daquilo que os autores denominam tarefas espaciais egocêntricas), tendendo a depender mais de zonas (mais) frontais do córtex,

que seriam particularmente afetados pela infecção do HIV. Apesar da modéstia da amostra, verificou-se uma relação significativa entre o estado serológico e o desempenho nas tarefas de rotação mental, no sentido em que os sujeitos com HIV cometeram um maior número de erros do que os sujeitos da amostra de controlo na tarefa de rotação da mão, mas não na tarefa correspondente de rotação do paralelogramo. Mencionam os autores a este respeito, que os erros de rotação da mão foram associados a um pior desempenho em medidas de funções executivas e memória de trabalho, mas não a medidas de visuo-percepção. É ainda referido que estes resultados preliminares sugerem que o défice observado na rotação mental das mãos pode surgir a partir de uma rede interrompida “estriado-fronto-parietal”.

Ainda relativamente à utilização das tarefas de rotação mental de objetos e de partes do corpo, tais tarefas também têm sido utilizadas simultaneamente (em situações não especificamente clínicas), no estudo da hipótese de interferência de mecanismos diferenciados no desempenho visuo-espacial.

Por exemplo, estudos como o de Kosslyn, Digirolamo, Thompson e Alpert (1998) com uma amostra composta por homens dextros saudáveis (N=12), também utilizaram duas tarefas de rotação mental (formas ramificadas angulares e desenhos de mãos humanas) e a monitorização do fluxo sanguíneo cerebral regional (FSCr) por meio de *tomografia de emissão de positrões* (PET). Neste estudo, os autores procuraram testar uma explicação possível para o facto de as pessoas visualizarem objetos em rotação através de trajetórias. Segundo os autores observaram, pelo menos, dois mecanismos diferentes podem ser usados em rotação mental, um mecanismo que recruta os processos que preparam movimentos motores e um outro mecanismo que não o faz. Sublinham também que os resultados mostram que as áreas de ambos os hemisférios cerebrais são utilizadas nas versões da tarefa com os cubos. Notaram ainda que, na tarefa cujo estímulo eram figuras das mãos, apenas áreas do hemisfério esquerdo foram ativadas. É de notar que em relação à rotação de estímulos de partes do corpo (neste caso concreto as mãos), em estudos realizados posteriormente, nomeadamente por Parsons (2003) e Overney *et al.* (2005), foram encontrados resultados que estão em consonância com os observados por Kosslyn *et al.* (1998).

9. Modulação da rotação mental de partes do corpo pela postura corporal

O esforço científico para encontrar respostas na identificação de fatores que possam influenciar os fenómenos supostamente relacionados com a simulação mental de movimentos, nomeadamente, o esquema corporal e as ações motoras, tem motivado alguns estudos com tarefas de rotação mental de partes corporais, envolvendo a postura dos membros e até mesmo a amputação de membros (*e.g.* Curtze *et al.*, 2010; Ionta *et al.*, 2007; Ionta & Blanke, 2009).

A este propósito, Ionta *et al.* (2007) investigaram a possibilidade da postura das mãos poder influenciar o processo da rotação mental de mãos e pés. Neste estudo a amostra (N=20) foi composta por indivíduos saudáveis com idade média de 26,4 anos e todos dextros. O procedimento consistiu na utilização de estímulos compostos por imagens naturais de mãos e pés, apresentados um de cada vez e os sujeitos eram convidados a julgar verbalmente (o mais rápido e preciso que conseguissem) a lateralidade das imagens em duas diferentes condições posturais. Numa condição, os indivíduos mantinham as mãos sobre os joelhos, na outra, as mãos eram mantidas numa postura incomum (com os dedos entrelaçados atrás das costas). Para o desempenho da tarefa o estímulo permanecia visível no monitor até ser dada a resposta e o tempo de reação era registado automaticamente por um microfone ligado ao computador. Quanto à exatidão da resposta era registada manualmente por um experimentador. Como referem os autores, os resultados sugerem que a rotação mental das mãos foi influenciada pela mudança na postura das mãos, tendo-se revelado mais rápida quando os sujeitos tinham as mãos posicionadas na frente do corpo, quando comparado com a posição das mãos colocadas atrás das costas. Por outro lado, notaram que no que refere à rotação mental de pés, não se verificou efeito semelhante. Notaram ainda que os resultados sugerem que a postura das mãos pode influenciar seletivamente uma porção restrita do esquema corporal, por ter revelado um efeito sobre a rotação mental da mesma parte do corpo. Salientam também o facto de se ter verificado um efeito significativo da lateralidade do estímulo em termos de tempos de reação. Neste caso particular, referem que os estímulos à direita (mãos e pés) foram processados mais rapidamente do que os estímulos à esquerda.

Num outro estudo, Ionta e Blanke (2009) propuseram-se investigar um objetivo similar, embora neste caso particular, analisaram a influência da postura dos braços sobre a rotação mental das mãos e dos pés. Por conseguinte, usando uma amostra composta por sujeitos dextros e sujeitos esquerdinos (N=26), submetem os participantes a duas condições posturais durante a visualização das imagens de mãos e de pés (apresentadas no monitor) e a verbalização do

juízo de lateralidade em que eram apresentadas. Numa condição, colocavam a sua mão direita sobre o joelho direito e a sua mão esquerda atrás das costas e na outra condição a posição das mãos era invertida. Segundo notaram, nos sujeitos dextros, os tempos de resposta para o juízo de lateralidade da mão direita aumentou quando mantiveram a sua mão direita atrás das costas. Notaram igualmente que esta situação não foi encontrada para as imagens da mão esquerda, nem para as imagens dos pés. Em relação aos sujeitos esquerdinos referem não se ter verificado um efeito da postura do braço nos julgamentos dos estímulos mãos ou pés. Na análise aos resultados obtidos, sugerem que o efeito da postura de parte do corpo, em rotação mental e a parte do corpo para a qual a postura foi modificada, parece ser específico para o lado direito e apenas para participantes dextros, dado que nos participantes esquerdinos não se verificou.

Ainda no âmbito da investigação dos fenómenos implicados na simulação mental de movimentos, Curtze *et al.* (2010) investigaram como as mudanças físicas em sujeitos amputados de membros inferiores podem afetar fenómenos supostamente relacionados com a referida simulação. Neste estudo recorreram a uma amostra (N=36) composta por dezoito pacientes com amputação de membro inferior e um com *plastia de rotação* e um grupo de controlo de dezoito sujeitos saudáveis. Como deixam perceber, o objeto da investigação assentava nos seguintes pressupostos: que após a amputação de um membro, nenhuma entrada sensorial atingirá as diferentes regiões do córtex; a entrada periférica será vital para a formação e estabilidade do mapa cortical sensoriomotor. Nesta lógica, através do movimento, as representações corticais de membros são expandidas e conseqüentemente, a perda de um dos membros resultará na redução destas representações. Os autores referem que para o desempenho⁹⁵, os estímulos na tarefa de reconhecimento de lateralidade foram os desenhos originais de Parsons (1987) e fotos correspondentes de pés protéticos e naturais. As ilustrações de pés (esquerdo e direito), eram imagens espelhadas. Referem ainda que para a quantificação do efeito de amputação de membros inferiores na rotação mental de pés, utilizaram a mesma tarefa. Como notaram, os

⁹⁵ Tal como é descrito por Curtze *et al.* (2010), os participantes foram convidados a classificar ilustrações de pés de acordo com a sua lateralidade, apresentadas como únicas imagens num monitor, tão rapidamente e com precisão quanto possível, pressionando uma tecla. Como notam, os sujeitos foram instruídos a colocar os pés debaixo da mesa (fora de vista) numa posição apontando para a frente e para não os moverem durante toda a experiência. Os sujeitos descreveram a vista dorsal e plantar do pé em seis diferentes orientações (ângulo de rotação, 60 °). Resultando num total de 72 diferentes estímulos. A orientação zero foi definida como “dedos apontando para a vista dorsal e dedos apontando para baixo para a vista plantar”. Sublinham ainda que esta tarefa tem mostrado provocar rotação mental implícita de uma contraparte física própria, até que esteja alinhado com a posição do estímulo ilustração. Quanto mais a orientação do estímulo corresponde à orientação do homólogo biológico, mais rapidamente e com mais precisão é reconhecido. O tempo de resposta e o grau de erro pode variar em função da orientação do estímulo, refletindo as restrições anatómicas de movimentos reais da perna.

resultados sugerem que apesar das mudanças anatómicas na periferia dos corpos dos amputados e do paciente com *plastia de rotação*, não foram encontradas diferenças na sua capacidade de identificar ilustrações contralaterais do seu membro afetado. Notaram também que quanto aos sujeitos do grupo de controlo, revelaram efeitos significativos de lateralidade. Tal como observaram, os dados parecem confirmar os efeitos tipicamente fortes de ponto de vista, orientação e lateralidade do estímulo, encontrados em sujeitos saudáveis. Sugerindo deste modo, a rotação mental da própria contraparte física do sujeito para a posição do estímulo. Sublinham ainda o efeito de lateralidade do estímulo, isto é, o facto de o pé direito ter sido reconhecido mais rápido do que o pé esquerdo, sendo provável poder ser explicado pela dominância do pé.

10. 2D:4D e rotação mental

10.1. Introdução

Tal como foi referido num dos capítulos iniciais desta dissertação, um dos métodos para investigar os possíveis efeitos das hormonas pré-natais sobre o desenvolvimento e comportamento em adulto é a amostragem recolhida do líquido amniótico que envolve o embrião e o feto (*e. g.* Auyeung *et al.*, 2012; Hines, 2004; Smail *et al.*, 1981). No entanto, dadas as dificuldades e objeções éticas de estudar diretamente o ambiente hormonal pré-natal de seres humanos (Knickmeyer *et al.*, 2015), seja através deste método, seja através de outro idêntico, seria muito desejável poder dispor de um índice não-invasivo da exposição ao androgénio pré-natal. Essa será, por assim dizer, uma das maiores forças do putativo biomarcador 2D:4D, como vem sendo referido ao longo dos últimos vinte anos por vários autores (*e.g.* Manning *et al.* 1998; Manning, 2002; Nowak & Moffat, 2011).

Não é, por conseguinte, de estranhar o interesse que têm vindo a despertar os estudos que procurem correlacionar o 2D:4D com as tarefas visuo-espaciais, numa tentativa de encontrar possíveis relações entre os androgénios fetais e as capacidades espaciais nos seres humanos (Puts *et al.*, 2008). Sendo a lógica subjacente a tal intuito o pressuposto, já por nós amiúde referido, de que as hormonas sexuais pré-natais estão envolvidas no desenvolvimento esquelético, nomeadamente no comprimento relativo dos dedos; de onde poderá resultar que baixos valores de 2D:4D poderão estar associados a altos níveis de testosterona pré-natal e,

neste caso específico, a elevadas capacidades no domínio visuo-espacial⁹⁶ (Manning, 2002). Sendo esta diferenciação de padrões habitualmente associada à existência de um dimorfismo sexual nesta área que, em geral, tende a revelar valores de 2D:4D tendencialmente mais elevados nas mulheres do que nos homens (veja-se *e.g.* Chai & Jacobs, 2012; Coolican & Peters, 2003; Burton *et al.*, 2005; Hampson *et al.*, 2008; Sanders *et al.*, 2005; Tlauka *et al.*, 2008).

É neste sentido que registamos desde já, de acordo com os resultados de alguns estudos, o facto de haver aparentemente uma tendência para que sujeitos com menores *ratios* (em ambos os sexos) revelem melhor desempenho em tarefas visuo-espaciais, nomeadamente em tarefas de rotação mental, do que os sujeitos com *ratios* maiores (*e.g.* Bull & Benson, 2006; Burton *et al.*, 2005; Collaer *et al.*, 2007; Joyce *et al.*, 2014; Manning & Taylor, 2001; Peters *et al.*, 2007; Sanders *et al.*, 2005). Dito por outras palavras, embora os homens e as mulheres sejam ambos expostos a androgénios durante o período de gestação (produzidos por exemplo pelas glândulas suprarrenais), a produção mais elevada de androgénios no caso dos primeiros (através dos seus próprios testículos) cria uma diferença substancial no embrião e no feto no que diz respeito à produção e exposição à testosterona (Nowak & Moffat, 2011). Sendo que também os embriões ou fetos femininos possam nalguns casos, por razões diversas, ser expostos a quantidades acima do normal, tal como tivemos anteriormente oportunidade de referir.

Apesar dessa lógica subjacente, e de alguns resultados nesse sentido, é de salientar desde já que são ainda poucos os estudos que se têm realizado nesta área. Sendo igualmente de salientar que os (poucos) estudos acerca da possível relação entre o 2D:4D e a cognição espacial, em particular, têm produzido resultados contraditórios, tal como notaram alguns autores (*e.g.* Chai & Jacobs, 2012; Falter *et al.*, 2006; Hampson *et al.*, 2008) e como veremos já de seguida.

10.2. Principais estudos

Tem sido referido ao longo destas páginas o papel de John Manning na investigação (e divulgação da investigação) realizada na área genérica do 2D:4D. Não poderíamos, por conseguinte e também por essa razão, passar ao lado de um dos seus primeiros estudos neste âmbito mais específico, realizado com uma amostra (N=125) composta por participantes masculinos, recrutados em diversos contextos sociais (bibliotecas e centros desportivos, por

⁹⁶ Supostamente, este será um dos efeitos que poderá estar na origem de alguns resultados de estudos que referem que os homens têm menores *ratios* e revelam melhor desempenho nas tarefas visuo-espaciais, concretamente as tarefas de rotação mental, do que as mulheres (Burton *et al.*, 2005; Collaer *et al.*, 2007; Peters *et al.*, 2007; Sanders *et al.*, 2005).

exemplo), com o objetivo primeiro de analisar a relação entre o 2D:4D e a capacidade desportiva, com particular referência ao futebol (Manning & Taylor, 2001); estudo que, no entanto, também abordou a questão do desempenho em termos de rotação mental, razão pela qual o incluímos neste ponto. Mais exatamente, o estudo consistiu na realização de três subestudos⁹⁷, incidindo um deles (justamente) na realização da análise ao desempenho numa tarefa de rotação mental. Para tal efeito, foi entregue aos participantes o teste de rotação mental de Vandenberg e Kuse, uma vez que parece revelar grandes diferenças nas pontuações visuo-espaciais entre os sexos. Segundo sublinham os autores, os resultados sugerem que o 2D:4D está associado a um alto nível de realização em vários desportos, mas também com pontuações mais altas de rotação mental. Em comparação com os homens com valores elevados de 2D:4D, os homens com baixos *ratios* relataram maior realização numa variedade de desportos e tiveram pontuações mais elevadas de rotação mental. Tendo sido ainda notado que os jogadores de futebol profissionais apresentaram menores *ratios* que os sujeitos de controle; que os jogadores da equipe principal apresentaram igualmente *ratios* mais baixos do que os membros da equipe de jovens ou de reservas; e que os jogadores que participaram em jogos internacionais também apresentaram menores valores de 2D:4D do que aqueles que não tinham atingido esse estatuto; tendo sido o 2D:4D negativamente relacionado (num teste unicaudal) com o número de jogos internacionais. Ou seja, em síntese, os resultados deste estudo sugerem que baixos valores de 2D:4D se relacionaram, entre os participantes, com altos resultados de desempenho desportivo (na modalidade de futebol) e, naquilo que neste ponto mais nos poderá interessar, com desempenhos superiores na prova de rotação mental; indo de algum modo ao encontro da sugestão já clássica de Geschwind e Galaburda (*e.g.* 1985a) de que a exposição a altos níveis de testosterona pré-natal promove o crescimento do hemisfério direito, facilitando desse modo a capacidade visual-espacial.

⁹⁷ Em breves termos, Manning e Taylor (2001), referem que no primeiro estudo participaram 128 homens recrutados em bibliotecas e centros desportivos, sendo muitos deles estudantes universitários. Os participantes classificaram o seu nível competitivo no desporto que mais regularmente praticavam numa escala de 1 a 10, com 10 representando a participação internacional. Tal como notaram, esta escala tem sido utilizada para classificar corredores de meia distância e foi apresentada para correlacionar com os seus melhores tempos para 800 metros (Manning *et al.*, 1998). No segundo estudo, os sujeitos (125 homens recrutados em bibliotecas, aulas de educação de adultos e centros desportivos), provenientes de uma variedade de formações educacionais e sócio-económicas responderam ao teste de rotação mental de Vandenberg e Kuse, conhecido por revelar grandes diferenças nas pontuações visuo-espaciais entre os sexos. O terceiro estudo incidiu sobre o 2D:4D em jogadores de futebol. A amostra foi composta de homens que estavam a jogar ou tinham jogado futebol profissional inglês (N=304), em conjunto com os controles (N=533). Tal como sucedeu nos dois primeiros estudos, e como é usual neste âmbito, foram excluídos os sujeitos que relataram lesões no segundo e/ou quarto dedos. A recolha das mãos a medir foi feita através de fotocópias da superfície ventral das mãos direita e esquerda de todos os participantes.

Outro estudo que se debruçou sobre o 2D:4D e as suas possíveis relações com o desempenho em provas de rotação mental, e a merecer igualmente a nossa atenção, foi o de Sanders *et al.* (2005). Tendo consistido, mais precisamente, na análise de três estudos independentes, realizados na Suécia e no Reino Unido (Londres) em simultâneo (N=48; 24 participantes de cada sexo), na Hungria (N=88; 44 homens e 44 mulheres), e ainda na cidade de Liverpool, também no Reino Unido (N=98; 47 homens e 51 mulheres), nos quais se correlacionaram valores de 2D:4D com o desempenho numa tarefa de rotação mental. Sanders e colegas sublinham, em termos de síntese, as semelhanças nos resultados obtidos e, em particular, nos seguintes pontos: que os valores de 2D:4D foram em média mais elevados nas mulheres do que nos homens; que os homens obtiveram pontuações mais altas do que as mulheres nas tarefas de rotação mental propostas; que os valores de 2D:4D se mostraram negativamente correlacionados com os valores obtidos nas provas de rotação mental no caso dos homens, mas não no caso das mulheres. Tal correlação negativa entre 2D:4D e a capacidade espacial (pelo menos tal como foi medida pelas provas utilizadas) deverá refletir, segundo estes autores, a associação entre o 2D:4D e a testosterona pré-natal, por oposição à exposição a testosterona circulante (em adultos); partindo para tal do pressuposto de que a exposição a testosterona pré-natal influencia o desenvolvimento do cérebro, o que por sua vez levará a um melhor desempenho (em adulto) nos homens, no sentido de privilegiar as tarefas espaciais.

Burton *et al.* (2005) apresentam um outro estudo, realizado com 93 mulheres e 41 homens (N=134), no qual também foi abordada a questão de possíveis correlações entre o 2D:4D e a capacidade espacial (em termos de rotação mental), mas incluindo igualmente a questão da fluência verbal, menos estudada. Para tal, pediram aos participantes (estudantes universitários) que respondessem ao *Teste de Rotação Mental de Vandenberg* e ao *Teste de Fluência Verbal de Thurstone*. Os resultados, tal como previam, revelaram diferenças de género, tendo os participantes masculinos mostrado um melhor desempenho nas tarefas de rotação mental do que as participantes femininas; e, inversamente, tendo estas revelado melhores desempenhos no teste de fluência verbal. No que diz respeito aos comprimentos dos dedos, as medições apuradas foram (em geral) ao encontro da tendência maioritariamente relatada na literatura, salientando por outro lado que os *ratios* mostraram uma associação com as variáveis cognitivas estudadas para ambos os sexos. Analisando a amostra separadamente, em função do sexo, notaram ainda que para os homens, o melhor desempenho na prova de rotação mental ficou associado aos menores *ratios*. O mesmo não sucedeu com as participantes femininas, para quem os melhores desempenhos, quer para a prova de rotação mental, quer para a prova de fluência verbal, não ficaram associados ao padrão de 2D:4D mais elevado, dito “feminizado”. Dito por

outras palavras, o melhor desempenho cognitivo neste grupo de participantes, em relação às provas utilizadas, foi associado com valores mais “masculinizados” de 2D:4D, tanto para os homens como para as mulheres.

O estudo de Peters *et al.* (2007), de larga escala já por nós referido noutra local desta dissertação (nomeadamente a propósito das suas limitações metodológicas), teve como foco principal analisar as diferenças entre os sexos numa tarefa de rotação mental. Os autores defendem que apesar da redução do nível de controlo experimental durante o estudo, este trouxe alguma clareza na relação entre o desempenho da tarefa de rotação mental e um número de variáveis para as quais tinham sido previamente relatadas na literatura associações contraditórias. Mais especificamente, este estudo refere ter encontrado diferenças claras entre os sexos ao nível de desempenho, para a amostra de 134.317 homens e 120.783 mulheres, com os homens revelando em regra melhor desempenho do que as mulheres. Sublinham ainda que, embora as análises fossem restritas principalmente para os participantes ditos caucasianos, é de interesse notar que as diferenças entre os sexos significativas foram encontradas para todos os sete grupos étnicos que compuseram a amostra. Notando ainda que a consistência de tais diferenças em todas as idades, nível de educação, cultura e grupos nacionais, juntamente com as evidências sobre o envolvimento hormonal no desempenho da rotação mental referidos nos estudos de Hampson & Moffat (2004) e Kimura (2002), deverão apoiar a ideia de que as diferenças observadas entre os sexos, neste âmbito, têm um suporte biológico. Conclusão esta que, a nosso ver, deverá ser tratada com prudência, dadas (entre outras razões) as limitações metodológicas por nós anteriormente referidas.

Por seu lado, Collaer *et al.* (2007) investigaram a possibilidade de o desempenho no teste de *Julgamento da Posição de Ângulo de Linha* (JLAP-15), tarefa que exige rotação mental, mostrava (ou não) evidências de sensibilidade à exposição precoce a esteroides sexuais; procurando examinar como se relacionava com o sexo dos participantes, assim como a sua orientação sexual e o 2D:4D. A amostra deste estudo, é digno de menção, foi retirada de um outro (grande) estudo, realizado através da internet, com mais de 250.000 participantes⁹⁸ e ao qual também fizemos referência, noutra secção desta dissertação. Referem os autores, no que diz respeito aos resultados obtidos em relação à amostra principal (idades 12-58 anos), os homens tiveram melhor desempenho do que as mulheres na tarefa proposta, mostrando um tamanho de efeito

⁹⁸ As observações feitas em relação ao estudo de Peters *et al.* (2007) sobre os aspetos metodológicos aplicam-se *grasso modo* a este estudo, pela simples razão de se tratar basicamente do mesmo estudo, feito com os mesmos sujeitos, nas mesmas condições, mas focando variáveis ligeiramente diferentes.

moderado para o sexo. Mencionam ainda que em ambos os sexos, o melhor desempenho visuo-espacial ficou associado a menores valores de 2D:4D. Concluindo que os resultados sugerem a hipótese hormonal sexual pré-natal, segundo a qual o grau de exposição aos androgénios pode influenciar o circuito neural subjacente à cognição (capacidade visuo-espacial).

Num estudo relativamente mais recente (N=143), Durdiaková *et al.* (2013), focaram a sua atenção sobre a análise das associações entre o desempenho de rotação mental, os níveis atuais (circulantes) de testosterona, o nível pré-natal da testosterona (expresso através do 2D:4D) e o recetor de androgénio de polimorfismo de repetição CAG, numa amostra de rapazes intelectualmente dotados. A acreditar nos autores, os resultados obtidos na regressão linear sugerem que o 2D:4D e o número de repetições CAG no gene do recetor de androgénio estão associados, na sua amostra, com a rotação mental. Referindo também que os níveis atuais (circulantes) de testosterona não se correlacionaram significativamente com a rotação mental. Sublinhando por fim que, independentemente dos resultados mistos relatados em alguns estudos, o 2D:4D parece ser um bom marcador retrospectivo disponível das diferenças médias de estimulação androgénica pré-natal.

Tal como referimos no início desta secção, a investigação das possíveis relações entre o 2D:4D e a cognição a nível do raciocínio espacial, tem produzido resultados mistos ou contraditórios. Valerá, também por isso, passar em revistas os estudos cujos resultados vão, justamente, contra a tendência verificada de um modo geral.

Começaremos, para o efeito, com o estudo de Coolican & Peters (2003), realizado com sujeitos caucasianos e de origem africana (N=636; 237 homens e 399 mulheres), em que avaliaram o desempenho cognitivo em tarefas de rotação mental e a sua correlação com o 2D:4D)⁹⁹. Os autores notaram que os valores reais do 2D:4D da sua amostra (estimada em 93% de quase exclusivamente brancos) são mais baixos do que os relatados, geralmente, para a maioria das

⁹⁹ Como notaram Coolican & Peters (2003) os participantes foram testados numa versão modificada do TRM de Vandenberg e Kuse por Peters *et al.* (1995). Este teste contém 24 problemas em duas séries de 12 problemas de cada uma, com 3 minutos por jogo e uma pausa de cerca de 3 minutos entre as séries. Cada problema fornece uma figura alvo e quatro opções, duas das quais correspondem à figura alvo. Na pontuação, os indivíduos obtêm um único ponto se e só se foram identificadas as correspondências corretas para cada problema. Como notaram ainda seguiram Manning *et al.* (1998), medindo o *ratio* fazendo com que indivíduos colocassem as suas mãos numa fotocopiadora, cuidando para que os dedos não fossem flexionados durante a fotocópia. Referem ter medido então a distância (mm) entre o primeiro vinco basal do dedo, na superfície palmar da mão, para a ponta do dedo. A confiabilidade foi avaliada por três avaliadores (interavaliadores), a quem foram dadas a cada um deles, um conjunto separado de fotocópias de mãos de dez indivíduos escolhidos ao acaso: a confiabilidade (*alfa de Cronbach*) para os comprimentos dos dedos foi: indicador esquerdo 0.98, anelar esquerdo 0.99, indicador direito 0.97, e anelar direito 0.99. O *ratio* 2D:4D foi calculado dividindo-se o comprimento do dedo indicador pelo comprimento do dedo anelar.

populações caucasianas, e que estão mais próximos aos valores relatados para amostras de negros africanos. Neste estudo, referem não ter encontrado uma relação significativa entre as variáveis sexo. Sugerem que o facto de não se ter verificado uma correlação significativa entre o 2D:4D e o desempenho espacial em mulheres, é consistente com outros relatórios publicados na literatura. Referem ainda, não terem conseguido replicar a correlação entre o 2D:4D e o desempenho na TRM nos homens, tal como relatado por outros estudos. Salientando o facto de a amostra utilizada no estudo ter um bom poder estatístico, sugerem que a relação entre o 2D:4D e o desempenho de rotação mental no sexo masculino não pode ser considerada estabelecida.

Num outro estudo realizado com 164 estudantes universitários (87 homens e 77 mulheres), Hampson *et al.* (2008) investigaram a possibilidade das diferenças individuais de vários traços de personalidade pró-sociais poderem ser previstas a partir de diferenças nos valores de 2D:4D. Como mencionam, para além da utilização de escalas específicas, em função de cada aspeto a medir, aplicaram ainda testes sexo-dimórficos de capacidade espacial, nomeadamente o teste de rotação mental de Vandenberg & Kuse. Segundo os autores, os homens obtiveram menores valores de 2D:4D do que as mulheres, confirmando a diferença entre os sexos típicos no que refere às proporções dos *ratios*. No entanto, como notaram, em relação aos resultados obtidos nos testes espaciais pelos participantes, não foram encontradas evidências de qualquer associação com razões 2D:4D, quer nos homens quer nas mulheres.

Por seu lado, Falter *et al.* (2008) investigaram em dois grupos específicos (N=59; 28 crianças com perturbação do espectro do autismo e 31 crianças de controlo, com desenvolvimento típico) aspetos do desempenho cognitivo no autismo. Segundo os autores, as suas previsões foram determinadas pela chamada teoria do *cérebro masculino extremo* relativa ao autismo proposta por Baron-Cohen em 1999 e que atrás referimos a propósito da sistematização. Notam os autores que esta teoria propõe que o cérebro autista apresenta um perfil cognitivo hipermasculinizado, devido à sua relação com maiores níveis de testosterona pré-natal e a um padrão masculino extremo de desempenho em tarefas visuo-espaciais, seria de esperar um melhor desempenho na rotação mental, segmentação e figura-desencaixe em comparação ao grupo de controlo masculino. A realização da tarefa consistiu na aplicação de três provas visuo-espaciais (Rotação Mental, Segmentação e Figura-Desencaixe) ao grupo de crianças com *Perturbação do espectro do Autismo* (PEA) e ao grupo de crianças correspondentes de controle com *desenvolvimento típico*, tendo em conta o nível de testosterona pré-natal, estimados a partir dos valores de 2D:4D. Não foram encontradas diferenças entre o 2D:4D nas crianças com

PEA e as crianças do grupo de controlo. Para além disso ainda que de acordo com a teoria de autismo CME, os resultados revelaram que o grupo de PEA teve melhor desempenho do que o grupo DT na tarefa *Figura desencaixe*. Sugerem também que em termos de desempenho geral, as crianças com perturbação do espectro do autismo apresentaram um desempenho superior às crianças com desenvolvimento normal, como seria de prever pela teoria CME, dada a vantagem masculina nesta tarefa. No entanto, sublinham, o padrão de resultados para a tarefa de rotação mental foi mais complexo, dado que os sujeitos com perturbação do espectro do autismo não executaram como se tivessem versões extremas de cérebros "masculino". Falter e colaboradores sugerem assim que como as pontuações 2D:4D foram equivalentes nos dois grupos, e como ambos os grupos apresentaram a mesma relação entre 2D:4D e desempenho, se pode concluir que o pior desempenho na tarefa de Segmentação no autismo não deverá refletir testosterona pré-natal elevada na desordem.

Por sua vez Beaton *et al.* (2012) investigaram a influência relativa da lateralidade e o 2D:4D sobre o desempenho em duas tarefas cognitivas: memória para a ordem das palavras e rotação mental. Neste estudo (N=68; 36 homens e 32 mulheres), o desempenho desta tarefa visuo-espacial por parte de cada participante, consistiu na realização da versão original *redesenhada* (Peters *et al.*, 1995) do teste da capacidade de rotação mental de Vandenberg e Kuse, várias vezes utilizado neste âmbito. Segundo os autores, os resultados sugerem que a diferença entre o 2D:4D das mãos esquerda e direita (Dr-I) mostrou ser um preditor significativo de desempenho na tarefa de memória para a ordem das palavras. Mas por outro lado, como também notaram, o desempenho na tarefa de rotação mental não foi previsto, quer para lateralidade, 2D:4D ou Dr-I. Sem com isso minimizar o interesse deste estudo, é de referir que, este estudo parece enfermar de algumas limitações metodológicas, em particular, como mencionado pelos autores, o facto de não ser utilizada uma amostra aleatória; mas, sobretudo, por ter sido incluído mais esquerdinos do que poderia ser encontrado numa amostra representativa da população, a fim de proporcionar uma razoável distribuição das pontuações de lateralidade.

Efetivamente, este poderá ter sido um fator com influência nos resultados, dado que alguns estudos têm sugerido haver evidências de que a razão 2D:4D, em especial da mão direita, fornece um índice fiável da exposição a androgénios pré-natais durante o primeiro trimestre de gestação (Manning *et al.*, 1998; Williams *et al.* 2000; veja-se ainda o estudo de Falter *et al.*, 2006 em que foram medidas apenas as mãos direitas).

10.3. Síntese

Como é sabido, o desempenho em tarefas de rotação mental tem-se revelado um método muito utilizado no estudo da organização cerebral, em especial, como vimos, dos efeitos possíveis das hormonas sexuais pré-natais, sobre o desempenho de atividades que exigem competências cognitivas visuo-espaciais. Por outro lado, o 2D:4D desde há cerca de duas dezenas de anos tem vindo a ser estudado e proposto como um marcador biológico (putativo) dos efeitos de tais hormonas, sobre a organização cerebral e o comportamento dos indivíduos.

Não descurando o facto de não existirem ainda estudos suficientes sobre a possível correlação entre o 2D:4D e o desempenho nas provas de rotação mental e de entre os que se têm realizado serem notados resultados mistos, o quociente entre o comprimento do segundo e quarto dedos parece ter algum potencial como possível biomarcador da exposição precoce aos esteroides sexuais.

* * *

A presente dissertação, no que diz respeito aos seus pressupostos de base, assim como ao estudo empírico que será apresentado nas páginas que se seguem, articula-se em torno de alguns dos vetores atrás apresentados e que é possível retirar da bibliografia consultada. Articula-se sobretudo em torno de dois eixos: por um lado, tal como acabámos de referir, a possibilidade de o 2D:4D poder ser um biomarcador da exposição intrauterina aos esteroides sexuais. Por outro lado, o facto de as tarefas de rotação mental poderem ser aquelas que, dentro da psicométrica, serão mais sensíveis aos possíveis efeitos de tais esteroides, admitindo que existam e que possam remontar à gestação. A ideia principal que, no fundo, norteou a investigação empírica que consubstancia este trabalho, é justamente relacionar as medições feitas a uma amostra de uma população estudantil ao seu desempenho numa tarefa de rotação mental.

A nossa expectativa, ao dar início à recolha dos dados, foi a de que, independentemente do sexo dos sujeitos, menores valores de 2D:4D (sinal de cérebros mais “masculinizados”) iriam estar positivamente correlacionados com valores mais elevados de desempenho do teste de rotação mental por nós escolhido.

Estudo empírico

1. Introdução

Em termos breves, o estudo empírico que iremos de seguida caracterizar tem como objeto genérico as possíveis relações entre os efeitos dos esteroides sexuais pré-natais (em particular, a testosterona) na eventual organização cerebral daí decorrente, nomeadamente ao nível do desempenho cognitivo. Mais especificamente, este estudo baseia-se na utilização de um biomarcador putativo não invasivo, o 2D:4D, como forma de estimar tais efeitos; biomarcador esse que, tal como frisámos na revisão da literatura, tem vindo a ganhar uma popularidade crescente na comunidade científica desde o final da década de 1990. Mais especificamente ainda, procuramos investigar – junto de uma população de estudantes do ensino superior – a possível existência de relações entre o 2D:4D e o desempenho em tarefas visuo-espaciais, concretamente numa tarefa de rotação mental de figuras maciças.

O procedimento de medição do 2D:4D implica alguns cuidados e algumas considerações preliminares, como veremos de seguida, uma vez que se trata de um (possível) biomarcador subtil. Implica igualmente algumas decisões que tivemos de tomar, no sentido de preservar a sua maior vantagem, que é o facto de ser um (possível) biomarcador não-invasivo, sem no entanto prescindirmos da necessidade do maior rigor possível. Ou seja, entre várias técnicas possíveis, optámos por uma em particular, conforme teremos oportunidade de expor adiante, não tendo certamente (nem seria possível) utilizado a mais rigorosa (que seria a radiografia), mas utilizando aquela que será possivelmente a menos imperfeita.

Os participantes neste estudo foram, como de alguma forma é tradição em Psicologia, estudantes do ensino superior, com todas as desvantagens que isso possa acarretar, mas tendo também, no outro prato da balança, algumas vantagens que não sejam apenas a conveniência. Isto é, articulando-se o nosso estudo em torno de um teste psicométrico de natureza cognitiva, como é a prova de rotação mental, julgamos ser esta população, *a priori*, uma das populações mais interessantes de ser estudada, em termos de desempenho, uma vez que, como é sabido, tal desempenho neste género de provas conhece alguma degradação com a idade. Em todo o caso, o critério da conveniência, embora obviamente tido em conta, não foi para nós uma prioridade, uma vez que fizemos outra opção que acarretou algum trabalho suplementar: o de utilizar um método de amostragem probabilística.

Uma nota final, nestas breves palavras introdutórias, para referir que seguimos, tal como é desejável em todas as investigações, os procedimentos éticos, deontológicos ou mesmo simplesmente logísticos necessários para assegurar as melhores condições possíveis, a nível

humano e material, para todos os participantes que, generosamente, concederam algum do seu tempo para conosco colaborar e pelo qual factos nos sentimos agradecidos.

2. Métodos de medição

Sendo o 2D:4D um quociente, entre os comprimentos dos dedos anelar e indicador, é importante — ou, mais que isso, fundamental — proceder à medição o mais rigorosa possível de tais comprimentos; sabendo nós antecipadamente, através da revisão da literatura realizada, que os possíveis efeitos dos esteroides sexuais pré-natais se manifestam ao nível do esqueleto (através dos genes HOX, como vimos). Sabendo igualmente que tais efeitos se manifestam de forma subtil, apresentando variações consoante se trate da mão esquerda ou direita, consoante o grupo étnico do sujeito e o seu sexo (ainda que este biomarcador não revele um dimorfismo sexual acentuado). Ou seja, dito por outras palavras, a medição dos dedos deve ser realizada com uma exigência elevada em termos de precisão e rigor, uma vez que as diferenças que possam existir de sujeito para sujeito, ou de sexo para sexo, são necessariamente pequenas ou subtis; e uma vez que não se está, em princípio, a medir diretamente o esqueleto, mas sim as mãos.

Como medir então o comprimento dos dedos, atendendo a tais considerações e exigência de rigor? A técnica ideal seria, obviamente, a medição direta dos ossos dos dedos, por exemplo através de radiografia (veja-se por exemplo Lilley *et al.*, 2009; Peeters & Claessens, 2012; Xi *et al.*, 2014). Contudo, não é eticamente possível (ou desejável) solicitar a uma população que se submeta à exposição a radiações inerente a tal procedimento¹⁰⁰.

Excluindo o método da medição direta dos ossos, tal como acabámos de referir, todos os restantes métodos são imperfeitos, na medida em que implicam uma (ou baseiam-se numa) medição indireta dos ossos dos dedos através da medição dos próprios dedos. O que tem como corolário a tal exigência de rigor, que referimos há umas linhas atrás. Quer isso dizer que um estudo que, tal como a presente investigação, se baseie no 2D:4D tem, a nosso ver,

¹⁰⁰ Podem ser utilizadas radiografias, naturalmente, caso tenham sido obtidas por qualquer outra razão. Sendo contudo de notar, que não é, obviamente, normal a existência de radiografias a ambas as mãos de qualquer população, exceto em situações médicas (em particular traumatismos ou fraturas) que o justifiquem; o que acaba frequentemente não servindo para os efeitos dum estudo deste género, pois sujeitos que apresentem tais traumatismos ou fraturas na mão ou mãos, em particular nos dedos indicador e anelar, não podem ser incluídos na amostra, por razões óbvias.

necessariamente que se apoiar num método de medição rigoroso, por um lado, e que procure minimizar os erros possíveis, por outro lado; tal como explicaremos já de seguida.

Mesmo uma breve revisão à literatura permite isolar duas formas principais de proceder: medindo presencialmente o comprimento dos dois dedos de ambas as mãos de cada sujeito, através de uma régua ou de um paquímetro, por exemplo; ou obtendo uma imagem de ambas as mãos de todos os sujeitos — geralmente através de fotocópia, digitalização ou fotografia — que irá, num momento posterior, permitir realizar as medidas, com mais ou menos rigor, de novo através de uma régua ou paquímetro, ou através de um programa de computador. (Há ainda outras formas menos rigorosas de proceder, como por exemplo traçar o contorno da mão projetada sobre uma folha de papel e medir a partir daí; ou através de automedição, como tende a suceder em certos estudos a que faremos referência adiante.)

Alguns da literatura que tem abordado o 2D:4D, nomeadamente com a perspectiva de o validar enquanto possível biomarcador, tem-se debruçado sobre as vantagens e desvantagens destas várias possibilidades ou métodos de medição. Podemos desde já adiantar que nem todas as vantagens, ou desvantagens, têm em conta as questões que, para nós, são cruciais: a precisão e o rigor. Pode haver autores que, por exemplo, utilizem fotocópias por uma pura questão de logística ou de conveniência, uma vez que existem aparelhos de fotocopiar um pouco por todo o lado. De modo análogo, existirão autores que se inibem de utilizar um paquímetro, também por exemplo, porque as pontas aguçadas desses dispositivos tendem a causar algum desconforto, ou pequenas feridas, nos participantes. E haveria outros exemplos que poderíamos acrescentar.

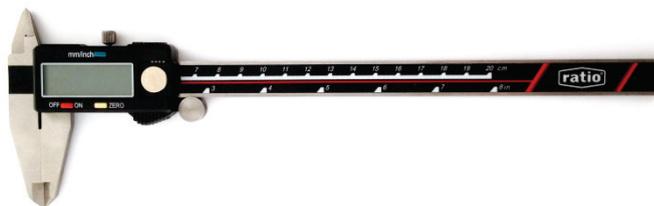


Figura 4: Paquímetro digital usualmente utilizado nas medições dos dedos.

No nosso caso, optámos por nos pautar pelo método que nos desse maiores garantias de medições precisas e rigorosas e, tanto quanto isso é possível, de medições objetivas e repetíveis por vários observadores. Queremos com isto afirmar que optámos por obter imagens o mais fidedignas possível de ambas as mãos de todos os sujeitos, através de *scanner*, imagens essas que foram mais tarde avaliadas por dois medidores, independentes e ignorantes do objetivo do estudo, ignorando de igual modo a razão de ser de tais medidas, assim como quaisquer características sócio-demográficas acerca dos participantes neste estudo. De modo análogo —

isto é, por uma questão de rigor — optámos por utilizar sempre o mesmo aparelho de digitalização (vulgo *scanner*), de modo a podermos controlar a variável distorção ótica, caso existisse num grau assinalável. Se, pelo contrário, tivéssemos utilizado fotocópias, obtidas através de diversos aparelhos, não teríamos como controlar a distorção ótica que tais aparelhos invariavelmente introduzem nas imagens que produzem. Enfim, e sempre por uma questão de precisão e rigor, optámos pela utilização de (um único) *scanner*, graduado para uma determinada resolução (igual para a digitalização de todas as mãos de todos os participantes), uma vez que isso permitiria a medição ser realizada através de um programa informático (o mesmo programa para os diferentes medidores), cujas principais vantagens são o facto de facilitar a leitura da imagem, ao permitir ampliá-la de modo a se ver melhor os pontos da medição (ou seja, a prega basal e a ponta do dedo); e, por outro lado, de a própria medição ser realizada automaticamente pelo programa informático, bastando ao medidor assinalar os pontos de partida e de chegada. A medição propriamente dita é feita na unidade que se preferir (*pixel*, milímetro, polegada, etc.); no nosso caso, optámos pelo *pixel*, convertendo para milímetros para efeitos de apresentação dos dados (ver por exemplo Tabela 6, mais à frente).



Figura 5: Procedimento de medição: um dos gabinetes utilizados para a recolha da amostra e manga de tecido para evitar a sobre-exposição.

Nem todos os estudos que consultámos se pautaram por um tal nível de exigência; há bastantes estudos que, por razões diversas, utilizaram a medição presencial com régua ou paquímetro ou através de fotocópia (veja-se por exemplo Allaway, Bloski, Pierson & Lujan, 2009; Manning & Fink, 2011; Tlauka, Williams & Williamson, 2008). Não deixamos de concordar com alguns autores que referem ser possível encontrar alguma fiabilidade em várias das técnicas utilizadas (*e.g.* Voracek & Dressler, 2006; Kemper & Schwerdtfeger, 2009), desde que se atenda ao rigor na sua utilização, se previnam possíveis enviesamentos e não se utilize num mesmo estudo, ou em estudos comparativos, a combinação de várias técnicas (Manning, Fink, Neave & Caswell, 2005). Acreditamos porém, que o método de digitalização das mãos, tal como tem sido sugerido por

alguns autores (*e.g.* Caswell & Manning, 2009; Wong & Hines, 2016; Voracek, Manning & Dressler, 2007b) e tal como o descrevemos atrás, será a técnica menos sujeita a variabilidade e erros e, nesse âmbito, a menos imperfeita. Ou, dito de outro modo, a forma mais fidedigna de proceder a tais medições, com a exclusão óbvia da medição direta dos ossos das mãos.

* * *

Em regra, a literatura tem referido como princípio na medição dos dedos calcular-se a distância entre o ponto médio da segunda e quarta junta *metacarpo falangeal* e a ponta do dedo (veja-se *e.g.* Malas, Dogan, Evcil & Desdicioglu, 2006). Dito por outras palavras, quer no caso das medições diretamente realizadas nas mãos dos sujeitos, quer nas imagens obtidas através de fotocópia, *scanner* ou fotografia, as medições são feitas na parte ventral da mão, tendo como referência de partida o vinco basal do dedo, mais próximo da palma da mão.

As medições propriamente ditas tendem a ser realizadas, regra geral, pelos investigadores, havendo todavia exceções, em particular nos estudos com recurso à internet, que parecem estar em voga atualmente. No caso concreto do 2D:4D, tais estudos recorrem à automedição; ou seja, são os participantes que medem os próprios dedos, não sendo por conseguinte possível conhecer o grau de exatidão ou rigor com que o fazem. É o caso, em particular, de um estudo realizado por Manning, Churchill e Peters em 2007, com a colaboração da BBC, que se tornou célebre pelo elevado número de participantes (cerca de 255.000) e ao qual já fizemos referência nesta dissertação (cf. Manning *et al.*, 2007). Não cabe fazer nestas páginas uma crítica elaborada a este método, em especial quanto à fiabilidade das medidas assim obtidas. Cabe-nos apenas registar que as opiniões a este respeito dividem-se e o próprio Manning, em 2009, questionou a sua fiabilidade (cf. Caswell & Manning, 2009), referindo no entanto que, *se forem utilizadas amostras de grande dimensão*, os eventuais inconvenientes são de algum modo minimizados (para uma discussão dos aspetos metodológicos do estudo da BBC, veja-se Reimers, 2007; para uma discussão mais alargada dos diferentes métodos, de acordo com a literatura, veja-se Anexo 1).

3. Participantes

Embora seja uma questão básica, não podemos deixar de recordar, por exemplo com Polit & Hungler (1994), que a constituição de uma amostra é um passo indispensável do processo de investigação, ao qual – infelizmente, acrescentamos nós – se dedica habitualmente muito pouca

atenção (p. 257). Sendo um tema técnico complexo, ao qual já se dedicaram livros inteiros, frisam as autoras, as suas características fundamentais são, ao mesmo tempo, conhecidas por todos.

Este estudo não constitui exceção, no que diz respeito à dificuldade e complexidade da constituição da amostra; não a complexidade do método em si, uma vez que (podemos adiantar desde já) utilizámos uma amostragem probabilística aleatória simples, mas antes as várias dificuldades sentidas ao longo dos cerca de quinze meses que foram necessários para a sua obtenção. Procurámos, acima de tudo, proceder com método e atenção, conforme iremos de seguida referir.

* * *

A população considerada para este estudo foi o conjunto de todos os alunos inscritos no *Campus 2*¹⁰¹ do Instituto Politécnico de Leiria durante os anos letivos de 2013/2014 e 2014/2015.

Desta população, perfazendo um total de cerca de 5.200 alunos (por ano letivo)¹⁰², foi extraída uma amostra aleatória simples, obtida através do chamado método do ponto aleatório (D'Hainaut, 1975, p.22), de 252 sujeitos (127 homens e 125 mulheres), correspondendo a cerca de 5% do total da população, com uma média de idades de 22,9 anos (desvio padrão de 6,366); tendo para esse efeito sido contactados pessoalmente, por telefone, um total de 654 sujeitos (correspondendo a cerca de 12% da população), o que levou à realização de cerca de 1.200 telefonemas. Deste total de 654 sujeitos, 58 recusaram participar neste estudo; dos restantes, 86 acederam em participar, mas faltaram à marcação; e os restantes, remeteram a sua participação para datas posteriores, eventualmente extemporâneas ou não compatíveis com a nossa agenda. Em todos estes casos, seleccionou-se aleatoriamente um novo participante, para ser contactado, em substituição daquele ou daquela que foi excluído(a). Como é natural, foram sendo seleccionados estudantes de qualquer curso, ciclo de estudos e de qualquer ano.

¹⁰¹ O *Campus 2* é constituído pela Escola Superior de Saúde e pela Escola Superior de Gestão e Tecnologia. No seu conjunto, estas duas escolas ministram os seguintes cursos: Administração Pública; Biomecânica; Contabilidade e Finanças; Dietética; Enfermagem; Engenharia Automóvel; Engenharia Civil; Engenharia Eletrotécnica; Engenharia Informática; Engenharia Mecânica; Fisioterapia; Gestão; Informática para a Saúde; *Marketing*; Proteção Civil; Solicitadoria; Tecnologia dos Equipamentos de Saúde; Terapia Ocupacional.

¹⁰² Os valores exatos incluindo todos os alunos inscritos, quer em licenciatura, quer mestrado, quer em CET (Curso de Especialização Tecnológica), são de 5.314 para o ano letivo de 2013/2014 e 5.159 para o ano letivo de 2014/2015. Os totais de alunos discriminados por ano letivo e escola encontram-se adiante na Tabela 1.

Tabela 1: Distribuição da população por ano letivo, por escola e nível de ensino

ANO LETIVO	ESCOLA	LICENCIATURA	MESTRADO	CET	TOTAIS
2013/ 2014	ESTG	3.242	689	271	4.202
	ESSLei	1.040	81	21	1.142
	Totais	4.282	770	292	5.344
2014/ 2015	ESTG	3.049	737	274	4.060
	ESSLei	1.000	73	25	1.098
	Totais	4.049	810	299	5.158

Dos 252 sujeitos a quem foi aplicado integralmente o protocolo de investigação¹⁰³, 247 eram de origem portuguesa e 5 de origem africana; mais exatamente, cidadãos estrangeiros, provenientes de Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP), a realizar os seus estudos em Portugal.

4. Procedimentos de medição

Utilizou-se neste estudo, para efeito de digitalização de ambas as mãos de *todos* os participantes, um *scanner* de plataforma da marca Canon (modelo LiDE 110), com uma resolução ótica máxima de 2.400 x 4.800 ppp e uma profundidade máxima de 48 *bits* para digitalização a cores (RGB). Foi escolhida uma resolução de 300 x 300 ppp., considerada suficiente para o objetivo proposto, tendo-se optado por digitalizar a cores (com uma profundidade de 32 *bits*, permitindo 16,7 milhões de cores ou tonalidades). Foi pedido a todos os sujeitos que utilizassem uma manga de tecido, realizada expressamente para o efeito deste estudo, de modo a tapar as áreas do vidro do *scanner* que não estivessem em contacto com a mão, evitando-se dessa forma a sobre-exposição na imagem final¹⁰⁴. Foi igualmente pedido a todos os participantes que colocassem as mãos de forma relaxada, abrindo ligeiramente os dedos¹⁰⁵, evitando desse modo espalmar as *almofadas de gordura* existentes nas pontas dos dedos, procurando-se assim minimizar eventuais diferenças nos resultados das medições (veja-se a este respeito por exemplo Hampson *et al.*, 2008; Manning *et al.*, 2005). As digitalizações realizadas às mãos de

¹⁰³ O protocolo desta investigação incluiu a explicação do seu objetivo de estudo, a obtenção do consentimento informado, assinado por todos os participantes, a digitalização de ambas as mãos, um questionário sócio-demográfico e a aplicação do teste de Yela de rotação mental de figuras maciças (Yela, 1967).

¹⁰⁴ Esta ideia foi adaptada a partir da sugestão de Hampson *et al.* (2008) e Hiraishi *et al.* (2012), que utilizaram um pano para, de igual modo, bloquear a luz proveniente do exterior, facilitando desse modo um maior grau de contraste.

¹⁰⁵ Estes foram desprovidos de anéis, utilizando o exemplo de Burton *et al.* (2005), dado que, por razões óbvias, poderiam alterar a formação do vinco basal.

todos os participantes foram guardadas em suporte informático, de modo a permitir a sua utilização posterior pelos medidores exteriores, através de *software* corrente de edição de imagem¹⁰⁶.

Todas as imagens continham um código e número de série, sequencial (ver figura 6), de modo a permitir identificar o participante e a respetiva mão (direita ou esquerda). Tal código não foi todavia comunicado aos medidores, do mesmo modo que não lhes foi comunicado o objetivo do estudo, nem quaisquer outras informações acerca dos participantes, pretendendo-se desta forma que as medições fossem realizadas de forma “cega”. De igual modo, cada medidor realizou a sua tarefa de forma autónoma e na ignorância acerca da existência do outro medidor. Foi solicitado a cada um dos dois medidores, que procedessem à medição o mais rigorosa possível do comprimento dos dedos 2 e 4, com uma precisão de um pixel. Ambos os medidores utilizaram o mesmo programa informático, tendo liberdade para ampliar, ajustar ou alterar o contraste das fotografias, de modo a melhor conseguirem reconhecer caso a caso os vincos basais e as pontas dos dedos, conforme sugestão de alguns autores (veja-se *e.g.* Kemper & Schwerdtfeger, 2009; Kraemer *et al.*, 2006; Schwerdtfeger & Heer, 2008). No final, foram registadas todas as medições de ambos os medidores e foi realizada a respetiva média, tendo-se verificado existir uma correlação estatisticamente significativa entre as observações. Os valores de 2D:4D utilizados para o presente trabalho foram, por conseguinte, a média aritmética dos valores obtidos pelos dois medidores externos.

¹⁰⁶ As imagens foram obtidas e arquivadas através do programa *MP Navigator EX* (versão 4.00); os medidores utilizaram o programa *Adobe Photoshop CS6*, seguindo o exemplo de Huh (2011) e Schwarz *et al.* (2011).

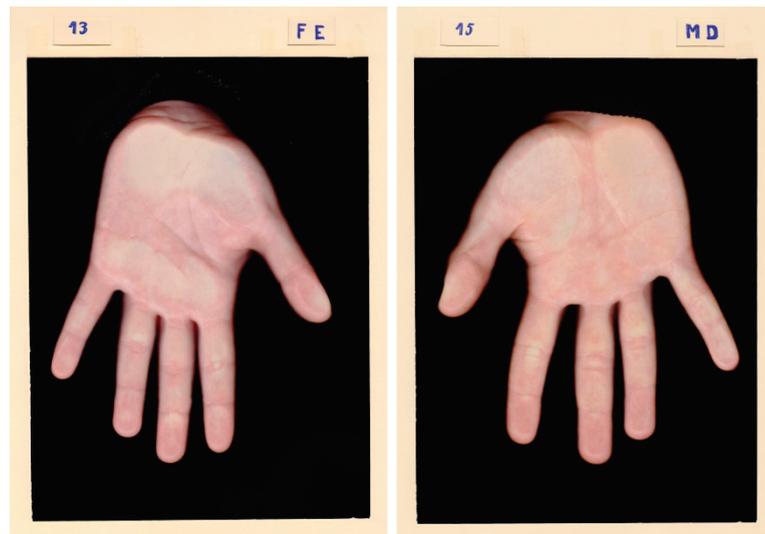


Figura 6: Exemplo dos códigos utilizados para preservar o anonimato dos participantes.

5. Protocolo de investigação

A aplicação do protocolo deste estudo foi realizada de forma individualizada e em horários diferenciados para cada um dos participantes, em gabinetes cedidos para o efeito pela Direção do Instituto Politécnico de Leiria. Garantiram-se desse modo, conforme é desejável, condições ótimas (e *homogéneas*) de aplicação para todos os sujeitos, em termos de um local adequado para trabalhar, bem ventilado, iluminado, insonorizado e sem motivos de distração, conforme recomendam as normas de aplicação da prova de Rotação Mental utilizada.

Antes de se proceder à aplicação do teste de rotação mental, foi dada individualmente a todos os participantes uma explicação do objetivo do estudo, foi obtido o consentimento informado (assinado) e foi aplicado um questionário sociodemográfico. É de sublinhar que, dada a natureza do 2D:4D enquanto possível biomarcador, interrogaram-se todos os sujeitos acerca da existência de quaisquer lesões, recentes ou antigas, nos dedos indicador e/ou anelar. Por fim, foi realizada a digitalização de ambas as mãos, seguindo os procedimentos de medição atrás detalhados, após a qual os participantes responderam à prova de rotação mental.

A prova “Rotação de Figuras Maciças” (R.F.M.)¹⁰⁷, comercializada em Portugal pela empresa CEGOC, é a adaptação em português de um teste proveniente do fundo de publicação da TEA-Ediciones, de Madrid. Trata-se de uma prova desenvolvida por Mariano Yela, na década de 1960,

¹⁰⁷ Colocada à nossa disposição pela Testoteca da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra.

autor proeminente da Psicologia espanhola, que, tendo estudado com Thurstone e Michotte na década de 1940, promoveu no país vizinho a psicometria e análises fatoriais de inteligência e capacidades diversas (ver Carpintero, 1994, p.144)¹⁰⁸.

De acordo com o próprio manual, esta prova “destina-se a apreciar a capacidade para visualizar e representar objetos tridimensionais e para identificar blocos colocados em diversas posições. Dito de outro modo, destina-se à avaliação da aptidão de visualização estática. Recorde-se que, utilizando as palavras do autor, tal dimensão (visualização estática) foi definida como a aptidão para reconhecer e interpretar objetos que mudam de posição no espaço, mas que mantêm a sua estrutura interna” (p.8). Em termos mais concretos, esta prova é composta por 21 itens distribuídos por três páginas (7 itens por página), precedido por três itens para explicação do procedimento e treino e dos participantes. Cada item é constituído por uma figura maciça tridimensional (bloco) colocada à esquerda da página e cinco figuras maciças tridimensionais à sua direita, consistindo a tarefa em decidir qual das cinco alternativas, após rotação, representa a figura-alvo. Este é um teste de tempo limitado a cinco minutos, tendo-se contudo, neste estudo, optado por não utilizar um limite de tempo para a sua realização.

A decisão de não utilizar um limite de tempo para a realização desta prova prendeu-se com um aspeto crucial, referido frequentemente na literatura: o desempenho diferenciado entre os sexos neste tipo de prova. Dito por outras palavras, o facto tantas vezes reportado de as diferenças cognitivas entre os sexos mais consistentemente encontradas no domínio visuo-espacial ocorrerem, justamente, no desempenho em tarefas de rotação mental, tal como sublinham por exemplo Zapf *et al.* (2014), entre muitos outros (veja-se a este respeito o capítulo IV). Quisemos, por conseguinte, evitar desse modo discriminar *a priori* os desempenhos *eventualmente* diferenciados entre os dois sexos, entre os participantes do nosso estudo. (Tendo todavia tido o cuidado de registar para todos os participantes o tempo total gasto na realização da prova na sua totalidade e página a página). Não era, com efeito, objetivo deste estudo proceder a alguma forma de comparação entre os desempenhos, *eventualmente* diferenciados, de cada sexo; mas sim procurar saber se os valores do 2D:4D, *independentemente do sexo dos participantes*, se relacionavam ou não (e em que sentido) com o desempenho na tarefa de rotação mental proposta.

¹⁰⁸ Para outros apontamentos biográficos sobre este importante nome da Psicologia em Espanha no século XX, veja-se também e por exemplo o seu esboço de uma autobiografia (Yela, 1996) ou ainda Ballesteros (1995).

Se tivemos, tal como acabámos de referir, o cuidado de medir os tempos (parciais e total) empregues por todos os participantes, independentemente do seu sexo, foi no sentido de obtermos desse modo um panorama mais completo de dados, a serem estudados *a posteriori* e, eventualmente, relacionados com os valores do 2D:4D.

Feita esta observação, resta referir, ainda a propósito do protocolo de investigação, que todos os participantes beneficiaram de um momento de explicação e treino em relação ao funcionamento do teste, tendo sido dado a conhecer que não se iria definir um tempo limite para a conclusão da prova, embora se cronometrasses o tempo de conclusão de cada uma das três páginas que constituem o teste.

O desempenho da tarefa iniciava-se após ordem do avaliador que colocava simultaneamente o cronómetro a funcionar, assinalando os tempos parciais após a sinalização do último item de cada página, por parte do participante, sendo o respetivo tempo anotado no canto inferior direito de cada página.

O teste foi classificado de acordo com o sistema de pontuação de Yela (*vide* Manual), que consiste em obter uma pontuação direta (PD) que terá de ser igual ao número de respostas certas (C) menos a quarta parte das respostas erradas (E), expressa pela fórmula $(PD=C-E/4)$.

6. Caracterização da amostra

Em relação à distribuição em função do sexo (Tabela 2), e dado o método de amostragem utilizado, não deixa de ser curioso constatar que o valor da proporção seja quase igual.

Tabela 2: Distribuição da amostra em função do sexo

SEXO	FREQUÊNCIA	%
Feminino	125	49,6
Masculino	127	50,4
TOTAL	252	100,0

É igualmente curioso verificar, em relação à distribuição da amostra por sexo e idade (Tabela 3), que o intervalo varia entre um mínimo expectável de 18 anos de idade e um valor máximo algo inesperado, dado o tipo de população, de 56 anos. A média de idades da amostra total é de cerca de 23 anos, verificando-se que a média de idades dos sujeitos do sexo masculino é ligeiramente superior à do sexo feminino.

Tabela 3: Distribuição da amostra por sexo e idade

	N	Idade min.	Idade máx.	\bar{x}	D.P.
Amostra total	252	18	56	22,93	6,344
Sexo Fem.	125	18	56	22,27	6,496
Sexo Masc.	127	18	54	23,59	6,191

Em relação à distribuição da amostra em função do curso (Tabela 4), notam-se diferenças notáveis, que deverão representar, *grosso modo*, a distribuição da população por esses mesmos cursos.

Tabela 4: Distribuição da amostra em função do curso

CURSO	FREQUÊNCIA	%
Administração Pública	3	1,2
Biomecânica	15	6,0
Contabilidade e Finanças	12	4,8
Dietética	33	13,1
Enfermagem	65	25,8
Engenharia Automóvel	19	7,5
Engenharia Civil	3	1,2
Engenharia Energia Ambiente	1	0,4
Engenharia Informática	19	7,5
Fisioterapia	19	7,5
Gestão	16	6,3
Jogos Digitais e Multimédia	1	0,4
Marketing	16	6,3
Proteção Civil	2	0,8
Tecnologia Equipamentos de Saúde	2	0,8
Terapia da Fala	5	2,0
Terapia Ocupacional	21	8,3
TOTAL	252	100,0

Não constitui intenção deste estudo investigar possíveis diferenças nos desempenhos em função dos cursos. Seria, porventura, um objetivo interessante, mas assaz lateral ao nosso objeto de estudo; além de que implicaria uma amostra de dimensões bastante maiores, possivelmente (aleatória) estratificada. Aquilo que procurámos saber era se os valores do 2D:4D,

independentemente do curso que os participantes frequentavam, se relacionavam ou não (e em que sentido) com o desempenho na tarefa de rotação mental proposta.

Todavia, uma vez que inquirimos (a nível do questionário sócio-demográfico) acerca do curso de cada um dos 252 participantes, optámos por agregar o leque dos 17 cursos representados em três grandes áreas, facilmente identificáveis, criando uma categoria inespecífica (“outros”) para os casos residuais em que não foi possível atribuir uma das três áreas consideradas.

A distribuição da amostra por área de estudo encontra-se expressa na Tabela 5, sendo facilmente visível que mais de metade dos participantes pertencia à área da Saúde; sendo que aproximadamente um quarto frequentava um curso de engenharia e cerca de um quinto um curso relacionado com as ciências económicas.

Tabela 5: Distribuição da amostra em função da área de estudo

ÁREA	FREQUÊNCIA	%
Saúde	143	56,7
Engenharia	59	23,4
Económicas	47	18,7
Outros	3	1,2
TOTAIS	252	100,0

Voltaremos a esta distribuição por áreas de estudo adiante, quando apresentarmos os resultados do desempenho na tarefa de Rotação Mental; reiterando que, não sendo objetivo deste estudo, não deixam por isso ser dados potencialmente interessantes, dada a natureza da tarefa cognitiva em jogo, tarefa essa com a qual – podemos pressupor – os estudantes de engenharias estarão mais familiarizados pela própria natureza das disciplinas dos seus cursos.

7. Resultados

7.1. Comprimentos dos segundo e quarto dedos e 2D:4D

A Tabela 6 mostra os valores médios dos comprimentos (em milímetros) do segundo e quarto dedo dos participantes, na sua totalidade e discriminados por sexo e por mão (esquerda e direita). É possível observar que os valores médios do comprimento dos dedos do total da amostra, no que respeita ao quarto dedo, apresentam valores semelhantes para ambas as mãos; por sua vez, os valores médios do total da amostra no que respeita ao segundo dedo da mão

direita, apresenta valores ligeiramente superiores aos valores do segundo dedo da mão esquerda.

Tabela 6: Dados descritivos dos comprimentos dos dedos (em milímetros)

	Mão Esquerda				Mão Direita				N
	2D		4D		2D		4D		
	\bar{x}	D.P.	\bar{x}	D.P.	\bar{x}	D.P.	\bar{x}	D.P.	
Sexo F.	68,44	3,66	70,22	3,90	69,39	3,83	70,48	4,02	125
Sexo M.	73,14	3,88	77,06	3,91	73,81	4,13	76,74	3,99	127
Amostra Total	70,79	3,77	73,64	3,91	71,6	3,98	73,61	4,01	252

Analisando os valores médios por sexo, é possível observar que os participantes do sexo masculino apresentam valores médios, em ambos os dedos e em ambas as mãos, mais elevados do que as participantes do sexo feminino. Verifica-se ainda que de um modo geral, tanto os participantes do sexo masculino como as participantes do sexo feminino, apresentam valores médios do quarto dedo (em ambas as mãos) superiores aos valores médios do segundo dedo.

Calculando a média dos valores do *ratio* das mãos digitalizadas, esquerda e direita (Tabela 7), observa-se que os valores médios dos *ratios* direitos, da amostra total, são superiores aos valores médios dos *ratios* esquerdos ($0,974 > 0,963$). De igual modo, quando discriminado por sexos, os valores médios dos *ratios* da mão direita continuam a ser, em ambos os sexos, superiores aos valores médios dos *ratios* da mão esquerda.

Tabela 7: Dados descritivos do 2D:4D (valores D.P. em pixels)

	2D:4D		2D:4D		N
	M.E.		M.D.		
	\bar{x}	D.P.	\bar{x}	D.P.	
Sexo Fem.	0,976	0,403	0,985	0,397	125
Sexo Masc.	0,949	0,431	0,962	0,424	127
AMOSTRA TOTAL	0,963	0,414	0,974	0,414	252

É de notar que estes dados de observação não coincidem com uma tendência de assimetria direcional, observada (entre outros) por Voracek, Dressler e Loibl (2008), segundo a qual a diferença entre os valores da mão direita e da mão esquerda tende, por um lado, a ser negativa; e por outro lado, tende a ocorrer mais frequentemente em homens do que em mulheres.

Analisando as diferenças entre os valores do *ratio* em função do sexo, é possível observar que os participantes do sexo masculino apresentam menores *ratios* quer na mão esquerda, quer na mão direita, quando comparados com os participantes do sexo feminino. Com efeito, os resultados revelaram que existem diferenças estatisticamente significativas entre homens e mulheres no que respeita ao 2D:4D da mão esquerda (Tabela 8), sendo as mulheres que apresentam um *ratio* maior ($t_{(250)}=-5,791$; $p<0,001$). O mesmo sucedendo com o 2D:4D da mão direita, onde igualmente se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre homens e mulheres, sendo de novo as mulheres que apresentam um *ratio* maior ($t_{(250)}=-5,262$; $p<0,001$).

Tabela 8: Valores das diferenças do 2D:4D (amostra total)

		Teste de amostras independentes								
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias					95% Intervalo de Confiança da Diferença	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	Inferior	Superior
2D:4D Mão Direita	Variâncias iguais assumidas	,434	,511	-5,262	250	,000	-,023059	,004382	-,031689	-,014429
	Variâncias iguais não assumidas			-5,265	249,374	,000	-,023059	,00438	-,031685	-,014433
2D:4D Mão Esquerda	Variâncias iguais assumidas	1,679	,196	-5,791	250	,000	-,025779	,004452	-,034547	-,017011
	Variâncias iguais não assumidas			-5,794	249,394	,000	-,025779	,004449	-,034542	-,017016

Estas diferenças encontradas vão no sentido da *maior parte* da já extensa literatura sobre esta matéria. Entre outros estudos, refira-se a meta-análise de Honeköpp e Watson (2011), baseada na medição dos comprimentos de dedos em 116 amostras (perfazendo um total de 13.260 participantes femininos e 11.789 masculinos), onde se conclui a existência de diferenças sexuais significativas, mas moderadas, no 2D:4D, tendo os homens tendência para apresentar valores mais baixos (ver também capítulo II).

7.2. Correlações entre os 2D:4D

Uma outra dimensão a merecer análise é a possível existência de correlações entre os 2D:4D, desde logo entre a mão direita e a mão esquerda.

No que diz respeito aos participantes do sexo feminino, constatou-se uma relação média e significativa no sentido positivo entre o *ratio* da mão direita e o *ratio* da mão esquerda (Tabela 9). Tal significa que quanto mais elevado é o *ratio* da mão direita, maior é o *ratio* da mão esquerda. O mesmo se conclui em relação à média do 2D da mão direita. Em relação à média do 2D da mão esquerda não foi encontrada qualquer relação significativa na correlação com o *ratio* da mão direita.

Ainda em relação ao *ratio* da mão direita, foi possível verificar a existência de relações estatisticamente significativas, no sentido inverso, com a média do 4D da mão direita e da mão esquerda. Isto é, quanto maior o *ratio* da mão direita menor serão as médias do 4D da mão direita e da mão esquerda.

Relativamente ao *ratio* da mão esquerda apenas se verificou existir uma relação com a média do 2D da mão esquerda, no sentido direto e uma relação com a média do 4D da mão esquerda no sentido inverso.

Em síntese:

- A média dos valores do 2º dedo da *mão direita* está relacionada no sentido direto com as médias dos valores também do 2º dedo da mão esquerda e com as médias dos valores do quarto dedo de ambas as mãos;
- A média dos valores do 2º dedo da *mão esquerda* está relacionada no sentido direto com todas as variáveis, exceto com o 2D:4D da mão direita;
- A média dos valores do 4º dedo da *mão direita* está relacionada no sentido direto com a média dos valores do 2º dedo de ambas as mãos e do 4º dedo da mão esquerda;
- A média dos valores do 4º dedo da *mão esquerda* está relacionada no sentido direto com todas as variáveis.

Os resultados obtidos encontram-se expressos a seguir, na Tabela 9.

Tabela 9: Correlações entre os 2D:4D e as médias dos comprimentos para o sexo feminino

		2D:4D Mão Direita	2D:4D Mão Esquerda	Média Mão Direita 2D	Média Mão Direita 4D	Média Mão Esquerda 2D	Média Mão Esquerda 4D
2D:4D Mão Direita	R de Pearson		,406**	,235**	-,365**	,053	-,206*
2D:4D Mão Esquerda	R de Pearson			,091	-,157	,243**	-,381**
Média Mão Direita 2D	R de Pearson				,819**	,907**	,809**
Média Mão Direita 4D	R de Pearson					,836**	,898**
Média Mão Esquerda 2D	R de Pearson						,803**

*p<0,05

**p<0,001

No que respeita aos participantes do sexo masculino, constatou-se uma correlação forte e significativa no sentido positivo do 2D:4D da mão direita com o *ratio* 2D:4D da mão esquerda (Tabela 10). A mesma relação se pode verificar quanto à média do 2D da mão direita; isto é, quanto maior o 2D:4D da mão direita, mais elevada é a média 2D da mesma mão, o mesmo se constatando para a mão esquerda. No que respeita à média 4D da mão direita, verificou-se que existe uma relação significativa, mas fraca, no sentido inverso; ou seja, quanto maior o 2D:4D da mão direita, menor será a média do 4D da mão direita.

No que diz respeito ao 2D:4D da mão esquerda, constatou-se que existe uma relação fraca, mas estatisticamente significativa no sentido direto, com a média 2D da mão direita e com a média 2D da mão esquerda. Quanto às médias do 4D da mão direita e da mão esquerda, constatou-se igualmente uma relação fraca, mas no sentido inverso.

Em síntese:

- A média dos valores do 2º dedo da *mão direita* está relacionada no sentido direto com as médias dos valores também do 2º dedo da mão esquerda e com as médias dos valores do quarto dedo de ambas as mãos;
- A média dos valores do 2º dedo da *mão esquerda* está relacionada no sentido direto com todas as outras medidas;

Estudo empírico

- A média dos valores do 4º dedo da *mão direita* está relacionada no sentido direto com a média dos valores do 2º dedo da mão esquerda e do 4º dedo da mão esquerda;
- A média dos valores do 4º dedo da *mão esquerda* está relacionada no sentido direto com o 2D:4D da mão esquerda, com a média do 2º dedo de ambas as mãos e com a média dos valores do 4º dedo da mão direita.

Os resultados obtidos encontram-se expressos a seguir, na Tabela 10.

Tabela 10: Correlações entre os 2D:4D e as médias dos comprimentos para o sexo masculino

		2D:4D Mão Direita	2D:4D Mão Esquerda	Média Mão Direita 2D	Média Mão Direita 4D	Média Mão Esquerda 2D	Média Mão Esquerda 4D
2D:4D Mão Direita	R de Pearson	,751**		,442**	-,226*	,376**	-,166
2D:4D Mão Esquerda	R de Pearson			,317**	-,189*	,433**	-,295**
Média Mão Direita 2D	R de Pearson				,773**	,934**	,751**
Média Mão Direita 4D	R de Pearson					,749**	,937**
Média Mão Esquerda 2D	R de Pearson						,732**

*p<0,05

**p<0,001

* * *

No que diz respeito a possíveis relações com as áreas de formação, procurámos verificar se existiriam diferenças assinaláveis entre as três grandes áreas consideradas (Saúde, Engenharia e Económicas) e os *ratios* dos participantes, quer para a mão esquerda quer para a mão direita *ou apenas para uma delas*.

Os resultados de uma ANOVA *One-Way* (Tabela 11) permitem-nos constatar que existem efetivamente diferenças estatisticamente significativas entre as áreas de formação e o *ratio* da mão direita, sendo os alunos da área de Saúde que apresentam, em termos médios, um *ratio* maior, seguido pelos alunos da área de Económicas e de Engenharia ($F_{(3,248)}=3,637$, $p<0,05$). Com efeito, os alunos das engenharias apresentam uma média do 2D:4D da mão direita menor quando comparados com os restantes; sendo todavia de salientar que apenas foi identificada

uma diferença significativa entre os alunos de Saúde e os alunos da área da Engenharia; tendo em consideração, quanto aos alunos da área das Económicas, que existem diferenças, mas que tais diferenças não se revelaram significativas.

Tabela 11: Correlações entre o 2D:4D da mão direita e as áreas de formação

2D:4D Mão Direita		Descritivas						
N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo	
				Limite inferior	Limite superior			
Saúde	143	,97992	,035005	,002927	,97414	,98571	,816	1,058
Engenharia	59	,96469	,035307	,004597	,95549	,97390	,883	1,055
Económicas	47	,96717	,039849	,005813	,95547	,97887	,858	1,073
Outros	3	,94900	,034598	,019975	,86305	1,03495	,913	,982
Total	252	,97361	,036582	,002304	,96907	,97815	,816	1,073

2D:4D Mão Direita	ANOVA				
	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre Grupos	,014	3	,005	3,637	,013
Nos grupos	,322	248	,001		
Total	,336	251			

* * *

Por seu lado os 2D:4D da mão esquerda (Tabela 12) revelaram resultados semelhantes aos que foram referidos atrás, para a mão direita. Isto é, existem diferenças estatisticamente significativas entre as três grandes áreas, sendo (mais uma vez) os estudantes de Saúde que apresentam, em termos médios, os valores mais elevados, seguidos pelos estudantes de Económicas e de Engenharia ($F_{(3,248)}=4,067$, $p<0,05$).

Encontraram-se também semelhanças com os valores apurados para a mão direita (Tabela 12). Isto é, são os alunos das engenharias que apresentam uma média do *ratio* menor, quando comparados com os restantes. Também neste caso, apenas foi identificada uma diferença significativa entre os alunos de Saúde e os alunos da área da Engenharia. No que respeita à área das Económicas, os resultados foram mais uma vez idênticos aos encontrados para a mão direita; ou seja, embora existissem diferenças, não se revelaram significativas.

Tabela 12: Correlações entre o 2D:4D da mão esquerda e as áreas de formação

2D:4D Mão Esquerda		Descritivas						
N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo	
				Limite inferior	Limite superior			
Saúde	143	,96920	,037744	,003156	,96296	,97544	,813	1,105
Engenharia	59	,95356	,031129	,004053	,94545	,96167	,885	1,018
Económicas	47	,95521	,040355	,005886	,94336	,96706	,866	1,030
Outros	3	,93100	,044508	,025697	,82043	1,04157	,887	,976
Total	252	,96247	,037553	,002366	,95781	,96713	,813	1,105

2D:4D Mão Esquerda	ANOVA				
	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre Grupos	,017	3	,006	4,067	,008
Nos grupos	,337	248	,001		
Total	,354	251			

* * *

Procurando enfim averiguar se estas diferenças estatisticamente significativas persistem nas análises dentro da variável sexo, recorreu-se novamente ao teste *One-Way* ANOVA, concluindo-se, surpreendentemente, que tanto no grupo das participantes do sexo feminino como no grupo dos participantes do sexo masculino, não foi possível verificar qualquer diferença estatisticamente significativa. No entanto, foi possível verificar um dado curioso que, *apesar de não ser estatisticamente significativo*, importa destacar: o facto de as alunas da área Engenharia serem as que apresentam maiores *ratios* da mão direita, em termos médios. Seria talvez interessante verificar se esta eventual tendência incipiente se verificaria numa amostra de maiores dimensões. Quanto ao *ratio* da mão esquerda e direita nos participantes do sexo masculino e ao *ratio* da mão esquerda no sexo feminino, são sempre os alunos da área Saúde que revelam os maiores *ratios*. (Os valores apurados estão representados nas tabelas apresentadas no anexo 2)

7.3. Desempenho na prova de Rotação Mental

7.3.1. Em função do sexo

A análise de eventuais diferenças entre homens e mulheres na prova de Rotação Mental é, em termos práticos, quase uma obrigação, dada (como vimos anteriormente) a prevalência elevada de estudos na literatura que a realizaram. Começámos por utilizar, para tal efeito, o teste *t*, não tendo no entanto sido possível interpretá-lo, uma vez que não se cumpriu o pressuposto da homogeneidade de variâncias. Optou-se então pela respetiva alternativa não-paramétrica, ou seja, o teste Mann-Whitney, que permitiu encontrar diferenças estatisticamente significativas entre homens e mulheres no que respeita ao desempenho em termos de *respostas corretas*; sendo resultados médios de 16,7 e 14, respetivamente. Estes resultados (ver anexo 3) vão ao encontro do que seria esperado; isto é, vão ao encontro da tendência que vem sendo reportada pela literatura.

Por seu lado, os resultados obtidos com a Pontuação Direta (P.D.), mostraram igualmente que existem diferenças estatisticamente significativas entre os participantes do sexo masculino e os do sexo feminino ($F=13,943$, $p<0,001$). Mais especificamente, os homens obtiveram em média uma Pontuação Direta superior à das mulheres (15,6 e 12,2 respetivamente).

O desempenho nesta prova foi ainda analisado em termos de tempo de execução, tendo-se verificado que não existem diferenças entre os participantes do sexo masculino e os do sexo feminino. Tal conclusão pode-se dever ao facto de nesta variável não ter sido considerado um limite para a execução da prova, a exemplo do que foi definido por outros estudos. (Tal como referimos anteriormente, foi nosso objetivo não discriminar *a priori* os desempenhos *eventualmente* diferenciados entre os dois sexos, entre os participantes do nosso estudo).

7.3.2. Em função do 2D:4D

A principal dimensão a merecer análise e que gerou as maiores expectativas uma vez que esteve na base da origem desta dissertação prendeu-se com a possível existência de correlações entre os 2D:4D de ambas as mãos (direita/esquerda) e o desempenho na tarefa de Rotação Mental, nomeadamente em termos de Pontuação Direta e ao nível do desempenho em termos de Tempo.

Começando pela totalidade da amostra (Tabela 13), e contrariamente àquilo que esperávamos, não foi possível verificar quaisquer correlações estatisticamente significativas entre os 2D:4D das mãos direita e da esquerda e a Pontuação Direta ou o desempenho em termos de tempo.

Tabela 13: Correlações do 2D:4D com o desempenho na amostra total

Amostra Total		<i>Pontuação Direta</i>	<i>Desempenho em termos de tempo</i>	<i>2D:4D Mão Direita</i>	<i>2D:4D Mão Esquerda</i>
<i>Pontuação Direta</i>	<i>R de Pearson</i>	-,004		-,002	-,028
<i>Desempenho em termos de tempo</i>	<i>R de Pearson</i>			-,051	-,090

*p<0,05

**p<0,001

Analisando em seguida a correlação entre as mesmas variáveis, mas tendo em consideração o sexo dos participantes, concluiu-se igualmente que não existem correlações estatisticamente significativas entre o 2D:4D da mão direita e da mão esquerda, quer com a Pontuação Direta, quer com desempenho em termos de tempo, quer no sexo feminino quer no sexo masculino (Tabela 14).

Tabela 14: Correlações do 2D:4D com o desempenho no sexo feminino

Sexo feminino		<i>Pontuação Direta</i>	<i>Desempenho em termos de tempo</i>	<i>2D:4D Mão Direita</i>	<i>2D:4D Mão Esquerda</i>
<i>Pontuação Direta</i>	<i>R de Pearson</i>	-,123		,088	,049
<i>Desempenho em termos de tempo</i>	<i>R de Pearson</i>			,002	,077
Sexo masculino		<i>Pontuação Direta</i>	<i>Desempenho em termos de tempo</i>	<i>2D:4D Mão Direita</i>	<i>2D:4D Mão Esquerda</i>
<i>Pontuação Direta</i>	<i>R de Pearson</i>	,041		,152	,158
<i>Desempenho em termos de tempo</i>	<i>R de Pearson</i>			-,041	-,055

*p<0,05

**p<0,001

* * *

Levando a análise um pouco mais longe, e noutra direção, procura-se averiguar a possibilidade de existirem diferenças no desempenho da prova de Rotação Mental, tendo em consideração uma nova variável constituída a partir dos *ratios* da mão direita e da mão esquerda. Mais especificamente, constituiu-se uma variável que permitisse distinguir os participantes da amostra com maiores e menores *ratios* em ambas as mãos, tendo como referência a média dos

ratios da totalidade da amostra. Dito por outras palavras, considerou-se os valores inferiores à média como sendo menores 2D:4D e os valores acima da média como sendo os maiores 2D:4D.

Começando pela mão direita, procurámos identificar possíveis diferenças dentro de cada sexo no desempenho da prova de Rotação Mental, em função dos 2D:4D serem maiores ou menores. Os resultados apurados através do teste *t* (Tabela 15) revelaram uma vez mais não existirem diferenças estatisticamente significativas entre os sujeitos com menores 2D:4D e os que apresentam maiores 2D:4D face à pontuação direta (PD), tanto no que se refere ao sexo masculino ($t_{(125)}=-0,341$; $p>0,05$) como ao sexo feminino ($t_{(123)}=-1,273$; $p>0,05$).

Tabela 15: Diferenças para a mão direita entre sujeitos com menores 2D:4D e os que apresentam maiores 2D:4D face à Pontuação Direta.

		Resultados obtidos no sexo masculino								
		Teste de amostras independentes								
		teste-t para Igualdade de Médias								
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
		F	Sig.						Inferior	Superior
Pontuação Direta (resultados do teste)	Variâncias iguais assumidas	,003	,956	-,341	125,000	,734	-,25877	,75943	-1,76177	1,24424
	Variâncias iguais não assumidas			-,343	106,718	,733	-,25877	,75529	-1,75609	1,23855
		Resultados obtidos no sexo feminino								
		Teste de amostras independentes								
		teste-t para Igualdade de Médias								
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
		F	Sig.						Inferior	Superior
Pontuação Direta (resultados do teste)	Variâncias iguais assumidas	1,174	,281	-1,273	123,000	,205	-1,29735	1,01913	-3,31465	,71996
	Variâncias iguais não assumidas			-1,285	90,864	,202	-1,29735	1,00939	-3,30241	,70772

Relativamente à mão esquerda, analisámos igualmente a possibilidade de existirem diferenças no desempenho da prova de Rotação Mental, dentro de cada sexo, tendo igualmente como indicadores os menores e os maiores valores de 2D:4D (Tabela 16). Recorrendo naturalmente ao mesmo teste estatístico (*teste t*), os resultados obtidos mostraram de novo não existirem diferenças estatisticamente significativas entre os participantes deste estudo com menores valores de 2D:4D e os que apresentam maiores valores 2D:4D face à Pontuação Direta no teste de Rotação Mental, tanto no que se refere ao sexo masculino ($t_{(125)}=-1,641$; $p>0,05$) como ao sexo feminino ($t_{(123)}=-0,994$; $p>0,05$).

Tabela 16: Diferenças para a mão esquerda entre sujeitos com menores 2D:4D e os que apresentam maiores 2D:4D face à Pontuação Direta.

Resultados obtidos no sexo masculino

		Teste de amostras independentes								
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias					95% Intervalo de Confiança da Diferença	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	Inferior	Superior
Pontuação Direta (resultados do teste)	Variâncias iguais assumidas	2,916	,090	-1,641	125,000	,103	-1,22208	,74480	-2,69613	,25196
	Variâncias iguais não assumidas			-1,715	124,503	,089	-1,22208	,71244	-2,63213	,18797

Resultados obtidos no sexo feminino

		Teste de amostras independentes								
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias					95% Intervalo de Confiança da Diferença	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	Inferior	Superior
Pontuação Direta (resultados do teste)	Variâncias iguais assumidas	,204	,652	-,994	123,000	,322	-1,00143	1,00741	-2,99554	,99268
	Variâncias iguais não assumidas			-1,001	99,239	,319	-1,00143	1,00037	-2,98633	,98346

Por fim, recorreremos ainda aos extremos de quartis referentes à variável Pontuação Direta e à variável tempo, com o intuito de diferenciar igualmente os menores 2D:4D e os maiores 2D:4D

de ambas as mãos. Os resultados obtidos conduziram-nos à mesma conclusão (Tabela 17); isto é, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os menores e os maiores 2D:4D relativamente ao desempenho na prova de Rotação Mental (PD; Tempo).

Tabela 17: Resultados para as diferenças entre <2D:4D e >2D:4D, em função da variável Pontuação Direta com recurso aos extremos de quartis.

Mão direita
Testes de efeitos entre assuntos

Variável dependente: RÁCIO_MD

Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.	Eta parcial quadrado	Noncent. Parâmetro	Potência observada ^b
Modelo corrigido	,000 ^a	1	,000	,026	,872	,000	,026	,053
Intercetação	91,228	1	91,228	74220	,000	,999	74220	1,000
Quart1e4_PD	,000	1	,000	,026	,872	,000	,026	,053
Erro	,132	107	,001					
Total	103,300	109						
Total corrigido	,132	108						

^a. R Quadrado = ,000 (R Quadrado Ajustado = -,009)

^b. Calculado usando alfa = ,05

Mão esquerda
Testes de efeitos entre assuntos

Variável dependente: RÁCIO_MD

Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.	Eta parcial quadrado	Noncent. Parâmetro	Potência observada ^b
Modelo corrigido	,000 ^a	1	,000	,365	,547	,003	,365	,092
Intercetação	88,755	1	88,755	68186	,000	,998	68186	1,000
Quart1e4_PD	,000	1	,000	,365	,547	,003	,365	,092
Erro	,139	107	,001					
Total	100,6	109						
Total corrigido	,140	108						

^a. R Quadrado = ,003 (R Quadrado Ajustado = -,006)

^b. Calculado usando alfa = ,05

8. Discussão dos resultados e conclusão

Correndo o risco de nos repetirmos, gostaríamos de recordar que considerámos como objeto genérico do presente estudo, as possíveis relações entre os efeitos dos esteroides sexuais pré-natais (em particular, os androgénios e, dentro destes, a testosterona) na eventual ou possível organização cerebral (permanente) daí decorrente; algo que deverá ocorrer, a acreditar na literatura revista, a vários níveis (por exemplo, do comportamento, na sua generalidade, do desempenho desportivo ou mesmo da orientação sexual), mas que, para os efeitos da presente dissertação, nos interessou acima de tudo ao nível do desempenho cognitivo, mais especificamente relacionado com aquilo que podemos denominar tarefas visuo-espaciais.

Para tal efeito, baseámo-nos na utilização de um biomarcador putativo não-invasivo, o 2D:4D, procurando saber se existiriam (entre os participantes deste estudo) associações ou relações entre tal quociente e o desempenho cognitivo, numa tarefa de rotação mental de figuras maciças.

Os resultados que obtivemos levaram-nos a algumas conclusões ou observações que gostaríamos agora, nesta fase, de enunciar ou sistematizar, procurando além disso estabelecer pontes com algumas das tendências reportadas pela literatura nesta matéria.



Começando pelo mais básico, ou seja, pelo próprio quociente 2D:4D, podemos afirmar que, efetivamente, verificámos entre os participantes do nosso estudo, a existência de um padrão sexualmente diferenciado, no sentido em que os participantes masculinos tenderam a apresentar menores valores médios quando confrontados com os valores das participantes femininas. Este dado de observação não nos surpreendeu, na medida em que foi ao encontro da generalidade da literatura que consultámos e a que fomos fazendo referência no decurso desta dissertação. Sem estarmos aqui a repisar esse caminho, gostaríamos contudo de fazer nossas as palavras de John Manning, o conhecido pioneiro e referência obrigatória nesta matéria, quando afirma em diversas ocasiões (ver por exemplo, entre muitas outras, Manning *et al.*, 1998) que a razão entre o comprimento do segundo e do quarto dedo será inversamente determinada pelo nível de testosterona pré-natal. Daí decorrendo o facto de os homens apresentarem menores

valores médios, uma vez que estão sujeitos (em regra) a uma exposição mais elevada à testosterona intrauterina.

No entanto, as diferenças que encontramos (na nossa amostra) em relação aos valores médios dos 2D:4D de cada uma das mãos, embora também tenham revelado a existência de diferenças, não foram ao encontro daquilo que tem vindo a ser reportado maioritariamente pela literatura. Mais concretamente, os valores médios de 2D:4D da mão direita revelaram ser superiores aos valores médios de 2D:4D da mão esquerda, mesmo quando discriminados por sexo; traduzindo por conseguinte uma tendência parcialmente oposta aos resultados apurados por diversos outros estudos (veja-se por exemplo, Bailey & Hurd, 2005; Manning *et al.*, 1998; Martin *et al.*, 2008; ou Voracek *et al.*, 2008).

Não estamos seguros quanto à possível relevância deste dado de observação, *a fortiori* pela dimensão algo modesta da nossa amostra; poderia dar-se o caso, por exemplo, de uma amostra de maiores dimensões, ou extraída de uma população diferente, resultar em valores diferentes. Por tal razão, preferimos neste ponto apoiarmo-nos numa observação de Martin Voracek, outro dos investigadores de notável craveira e de referência neste campo, quando sublinha (cf. Voracek *et al.*, 2008) que o enviesamento para a direita ou para a esquerda deverá ser, em termos genéricos, uma fonte importante de variação do 2D:4D (como marcador putativo dos níveis de testosterona pré-natal); sendo, além disso, enviesado em função do sexo, tendendo o enviesamento à esquerda a ser mais frequente entre os homens; o simétrico sucedendo com as mulheres. No nosso estudo, embora exista um enviesamento à direita entre as participantes femininas, tal como seria de se esperar, não existe o simétrico enviesamento à esquerda entre os participantes masculinos. Sendo contudo de notar que este efeito, efetivamente encontrado por Voracek e outros, numa amostra de alguma dimensão (N=3.000), foi caracterizado pelos próprios como sendo um efeito de pequena magnitude.



Uma outra questão de investigação, sem dúvida mais importante, teve a ver ainda com o 2D:4D, como não poderia deixar de ser, mas desta feita em relação ao desempenho obtido na prova de rotação mental de Yela por nós utilizada.

Neste ponto, é curial referir que as nossas expectativas iam, tal como referimos anteriormente, no sentido de encontrar resultados estatisticamente significativos em (pelo menos) algumas das correlações entre os 2D:4D e os resultados no desempenho cognitivo. Muitas das leituras que fizemos levaram-nos a supor que iríamos encontrá-las, de facto, mesmo que de uma forma pontual (por exemplo, apenas para uma das mãos, eventualmente a mão direita) ou subtil ou pequeno, em termos de magnitude. Ora, *não foi isso que sucedeu*, permitindo-nos neste momento recordar que a verdade expressa pelos números é obviamente mais forte, e mais significativa em termos de conhecimento científico, do que as nossas expectativas. Com efeito, ao analisarmos os resultados, desde logo no que respeita à totalidade da amostra tendo em consideração a referida expectativa de se poderem vir a encontrar correlações estatisticamente significativas entre o 2D:4D de ambas as mãos, ou apenas de uma delas, e o desempenho cognitivo dos participantes, quer em termos de Pontuação Direta, quer em termos de tempo, não se verificou a existência de tais correlações. Nem mesmo quando analisadas as correlações entre as variáveis referidas, mas tendo em consideração o sexo, como o mostram os resultados analisados na secção anterior, que efetivamente não revelaram quaisquer correlações, em ambos os sexos ou entre os sexos.

* * *

Várias explicações podem ser aventadas para explicar tal ausência de resultados, a começar pela mais básica de todas: a possível não existência de tais correlações, muito simplesmente, a nível geral (e não apenas da nossa amostra). É o que afirmam, por exemplo, Coolican e Peters (2003; veja-se igualmente Chai & Jacobs, 2012), que entendem que tais correlações não existem ou, se existem, não são universais.

Outra possibilidade igualmente básica é o 2D:4D ser um indicador fraco da exposição intrauterina de hormonas sexuais ou dos putativos efeitos cerebrais permanentes de tal exposição; o que tornaria o seu estudo em grande medida irrelevante. Não seria a primeira vez, não será certamente a última, que a comunidade científica percorre um caminho que vem a terminar num beco sem saída. É efetivamente uma possibilidade, pese embora o número neste momento já elevado de estudos que, globalmente falando, afirmam o contrário.

Outra possibilidade ainda é, notam Charles e Alexander (2011), que as fracas relações (sugeridas por alguns autores) entre a ação dos androgénios pré-natais e as capacidades espaciais possam ser explicadas por fatores (ou mediadores) que não são ainda bem conhecidos ou compreendidos; fatores tais como uma possível relação curvilínea entre uma coisa e outra, na

qual, quer os valores baixos, quer os valores elevados de exposição estarão associados a desempenhos fracos; ou que existam diferentes «janelas» (para utilizar uma expressão corrente na literatura anglo-saxónica) do desenvolvimento nas quais os androgénios pré-natais possam ter maior, ou menor, influência no comportamento ou na cognição posteriores.

Enfim, outras possibilidades incluem o facto de a amostra por nós utilizada ser de dimensões modestas e não ser, fosse como fosse, representativa da população estudantil portuguesa; nem, muito menos, da faixa etária considerada. Significando isso que uma amostra maior e mais representativa poderia dar lugar a resultados que iriam (ou não) ao encontro das nossas expectativas.

Esta poderá, com efeito, ter sido uma das limitações do presente estudo. Isto é, o facto de se tratar de uma amostra apenas de estudantes do ensino superior, tal como aliás a maior parte dos estudos publicados sobre este tema (sendo todavia de notar que, conforme sublinham Peters *et al.* [2007], o desempenho em tarefas de Rotação Mental tende a diminuir após os 20/30 anos). Aliás, a questão da necessidade de se estudarem outras faixas etárias tem sido sugerida por vários autores, que relatam possíveis efeitos organizacionais da testosterona por exemplo na fase da puberdade (veja-se por exemplo, Hines, 2011; Vuoksimaa, 2012). Ou seja, seria interessante poder replicar este estudo com outras populações, representativas de diversas faixas etárias.

Seria igualmente interessante replicar num futuro estudo, também a título de exemplo, o vetor explorado por Noreika *et al.* (2014), no sentido de avaliar possíveis correlações entre o desempenho neste teste, as fases lútea e folicular das participantes femininas e a sua associação com as três grandes áreas representadas na nossa amostra (Económicas, Engenharia e Saúde), ou outras a considerar, tendo em conta o tipo de desempenho cognitivo (nomeadamente em tarefas visuo-espaciais) exigido pelos *curricula* de tais áreas.

* * *

O facto de não termos encontrado correlações significativas não retira todavia o nosso interesse por esta área que, através desta dissertação, apenas esgravatámos. Tal como referimos atrás, nem sempre a comunidade científica atinge a confirmação das hipóteses que se propõe testar. Os resultados por nós obtidos são de algum modo um exemplo disso, acabando por se juntar aos de outros autores (veja-se por exemplo, Coolican & Peters, 2003; Dressler & Voracek, 2011; Hampson *et al.*, 2008; Loehlin *et al.*, 2009; Malas *et al.*, 2006; Putz *et al.*, 2004; vanAnders &

Hampson, 2005), que, de igual forma, não viram confirmadas todas as suas hipóteses. O estudo de Hampson *et al.* (2008) a que fizemos referência no capítulo da Rotação Mental, tem com efeito, a título de ilustração, resultados semelhantes aos verificados no nosso estudo. Mais especificamente, se os homens obtiveram menores valores 2D:4D do que as mulheres, confirmando a diferença entre os sexos relativamente típica, os resultados obtidos nos testes espaciais, em contrapartida, não mostraram evidências de qualquer associação com o 2D:4D, quer nos homens quer nas mulheres.

Estamos todavia seguros que qualquer um dos autores que acabámos de mencionar não deixaria por isso de percorrer os caminhos da construção do conhecimento científico, investigando, em cada nova encruzilhada, em cada novo beco sem saída, possíveis falhas de percurso; ou conjeturando novas hipóteses que pudessem ou possam vir a ser testadas (algo que nós próprios gostaríamos de poder fazer, no futuro), continuando a tarefa de construir desse modo o saber, numa área onde a investigação relevante é ainda bastante recente. Não é demais recordar que a investigação assenta nisto mesmo, num despertar constante da curiosidade, que, numa nota poética (que esperamos não ser muito ousada), nunca se sacia verdadeiramente e pelo contrário se alimenta das incertezas do desconhecido. Em qualquer das situações, se nos é permitido uma confissão, a curiosidade que nos anima para o estudo, para continuar a inquirir, essa mantém-se sempre presente.

Não temos hoje grandes dúvidas que se refizéssemos este estudo, optaríamos por fazê-lo de forma diferente, ainda que articulados à volta do mesmo objetivo. Isto é: iríamos tentar melhorá-lo, aperfeiçoá-lo, expandir o seu alcance, etc., mas, continuando a nortearmo-nos pelo mesmo desejo de conhecer melhor o efeito putativo do ambiente hormonal intrauterino durante os períodos críticos do desenvolvimento, em particular durante o primeiro trimestre da gestação. Acreditamos, de facto, que as putativas diferenças organizacionais no cérebro causadas pela exposição a hormonas sexuais durante tais períodos, sejam tais exposições típicas do desenvolvimento de cada sexo, sejam atípicas (isto é, muito elevadas ou muito reduzidas), deverão decerto refletir-se em algumas áreas do existir humano, nomeadamente no desempenho cognitivo e nas tarefas ou raciocínio visuo-espaciais.

Iríamos, muito provavelmente, adotar um procedimento (ou protocolo) de estudo mais alargado, como por exemplo aquele que foi utilizado com crianças por Auyeung *et al.* (2012) e que consistiu na realização de uma série de tarefas (para além da tarefa de rotação mental), como (ainda a título de exemplo), um teste de figuras embutidas (TFE) para medir a atenção aos detalhes; e/ou uma tarefa de atirar uma bola ao alvo, para medir a coordenação olho-mão. Dito

por outras palavras, não nos limitaríamos a tarefas de rotação mental e, mais especificamente, a tarefas de rotação mental de objetos. Mais especificamente, até, procuraríamos estudar a questão da rotação mental de partes do corpo, aspecto que nos interessou desde logo, mas que não nos foi possível estudar, por limitações várias; aspecto que, no que diz respeito ao 2D:4D, julgamos não ter sido ainda investigado e que, de acordo com alguma da literatura nesta área, deverá ser um tema fecundo, dado que as propriedades da *imaginaria mental* na transformação espacial de estímulos baseados em partes do corpo, pode ser diferente da que ocorre com outros objetos, como letras, números e formas abstratas bi e tridimensionais, não familiares ou, por essa razão, artificiais (veja-se por exemplo a este respeito Parsons, 1987).



Enfim, uma terceira questão de investigação a merecer a nossa atenção e o nosso comentário será a das possíveis relações entre a área científica frequentada pelos participantes do nosso estudo e os desempenhos na prova de rotação mental.

Trata-se, em toda a honestidade, de uma questão secundária ao objetivo que inicialmente nos propusemos investigar. Com efeito, a área de estudo dos participantes constituiu, acima de tudo, um dado de natureza sócio-demográfica que não podíamos deixar de registar, mas que não teria *a priori* uma relevância particular no âmbito genérico do nosso estudo. No entanto, uma vez mais, a verdade (por assim dizer) expressa pelos resultados obtidos é naturalmente mais significativa, ainda em termos de conhecimento científico, do que as nossas expectativas.

Apesar disso, não podemos propriamente pretender que os resultados nos apanharam desprevenidos, uma vez que a tendência verificada de os desempenhos se revelarem superiores entre os alunos dos cursos de engenharia, em particular quando confrontados com os alunos da área de Saúde, será uma tendência expectável, dada a organização curricular dos cursos. Isto é, apelando alguns dos cursos muito especificamente a competências a nível (cognitivo) do raciocínio espacial, ou visuo-espacial, competências essas que não estão tão bem representadas nas matérias curriculares dos outros cursos, não seria senão natural encontrar entre os alunos dos primeiros maior facilidade em lidar com esse tipo de raciocínio. Ou, dito de outra forma, desempenhos mais elevados na prova de Yela que utilizámos.

Com efeito, o presente estudo tendo começado, a este nível das áreas de formação, por analisar também possíveis diferenças estatisticamente significativas entre as ditas áreas e o 2D:4D das mãos direita/esquerda, verificou que os alunos da área de Engenharia foram os que apresentaram menores valores médios de 2D:4D quando comparados com os restantes, tendo-se verificado, neste caso, que os alunos da área de Saúde foram os que apresentaram maiores valores médios do 2D:4D. Tendo em consideração que os cursos englobados na área da Saúde, ministrados no Instituto Politécnico de Leiria (consultar a Tabela 4, sobre caracterização da amostra) tendem a ser frequentados maioritariamente por estudantes do sexo feminino¹⁰⁹, não podemos considerar que os resultados sejam surpreendentes¹¹⁰; tanto mais quanto, a acreditar em considerável literatura, parece existir uma tendência para algumas profissões estarem mais relacionadas com baixos valores de 2D:4D e com aptidões visuo-espaciais (veja-se por exemplo, Brosnan *et al.*, 2011; Garbarino *et al.*, 2011; Joyce *et al.*, 2014; Manning *et al.*, 2010; Njemanze, 2005; Nye & Orel, 2015; Valla & Ceci (2011)). É possível que, não obstante, possam existir dentro da área (genérica) da Saúde diferenças consideráveis (ou não) entre os seus praticantes (ou estudantes), consoante a área de especialização. Isto é, a designação “Saúde” é suficientemente ampla e inespecífica para comportar um leque alargado de profissões, pelo que ter-se-ia que, para aumentar o conhecimento nesta matéria, definir grupos muito mais específicos ou homogéneos. Por exemplo, Joyce *et al.* (2014) enveredaram por esta linha de investigação ao estudarem muito particularmente médicos (de ambos os sexos) cirurgiões; partindo do princípio de que as especialidades cirúrgicas pressupõem uma notável consciência visuo-espacial por parte dos seus praticantes. Se o seu estudo tem algumas limitações metodológicas, reconhecidas pelos próprios autores, não deixa por isso de constituir uma linha de investigação interessante, ou mesmo relevante socialmente, uma vez que o 2D:4D poderá (eventualmente) vir num futuro a fazer parte de um conjunto de técnicas que sirvam para a seleção (por exemplo) de potenciais candidatos a especialidades cirúrgicas (para nos mantermos neste exemplo), uma vez que a prática da cirurgia poderá depender criticamente, tal como sustentam aqueles autores, de

¹⁰⁹ Não iremos elaborar sobre esta matéria, que ultrapassa o objetivo e o domínio de estudo desta dissertação. Registamos apenas, por exemplo com Hell e Päßler (2011), que parece existir uma associação entre os níveis de exposição aos androgénios pré-natais e os interesses ocupacionais. Sublinhando ainda estes autores que os interesses profissionais constituem uma variável psicológica com diferenças de sexo pronunciadas e que os homens estarão mais interessados nas atividades que geram coisas sendo que, por seu lado, as mulheres se interessarão mais pelas atividades relacionadas com aspetos sociais dirigidos às pessoas. Ignoramos, naturalmente, qual será o grau de veracidade destas proposições ou hipóteses de trabalho, uma vez que, reiteramos, ultrapassam o âmbito do nosso estudo. Quisemos apenas enunciá-las a título de curiosidade e como sugestão de outra possível linha de investigação a ser desenvolvida futuramente por estudiosos de tais matérias.

¹¹⁰ Mais especificamente, na nossa amostra, recolhida aleatoriamente, 72% dos estudantes da área de Saúde eram efetivamente do sexo feminino (ver tabela em Anexo 5).

fatores tais como a capacidade ou consciência visuo-espacial; podendo dar-se de facto o caso, insistem de haver testes de capacidade espacial que se correlacionem com a capacidade cirúrgica. Ou seja, a relação entre certas profissões que pressuponham competências muito específicas (os cirurgiões, como vimos, mas diversas outras, por exemplo ligadas à aviação) e técnicas ou instrumentos de medição ou aferição (como o 2D:4D) poderá ser, no nosso entender, uma via de investigação com potencial.



Os dados por nós obtidos, anteriormente apresentados, deixam-nos também algumas interrogações que gostaríamos de poder continuar a investigar no futuro. Referimo-nos muito em particular ao facto de as participantes da área de Engenharia terem apresentado maiores valores médios de 2D:4D para a mão direita. Ora, aquilo que esperávamos encontrar era precisamente o oposto. Com efeito, em termos muito breves, dado que a Engenharia é considerada uma atividade que exige competências visuo-espaciais e acreditando no que diz a literatura a este respeito, tais capacidades estão associadas a um maior desenvolvimento das áreas do hemisfério direito, que, por sua vez, terão sofrido os efeitos de uma maior exposição à testosterona fetal (para efeitos de revisão veja-se por exemplo, Brosnan *et al.*, 2011; ou Geschwind e Galaburda, 1985), seria suposto que as participantes femininas dos cursos de engenharia apresentassem menores valores de 2D:4D.

Gostaríamos, para finalizar, de enunciar outras questões de investigação, por ventura de menor envergadura, mas que despertaram de igual modo o nosso interesse, que achamos merecedoras de um comentário e para as quais desejaríamos ter possibilidade de poder averiguar um pouco melhor.

Uma dessas questões, ainda no âmbito do desempenho diferencial dos nossos participantes em função da área de formação, mais especificamente no que diz respeito ao desempenho cognitivo e à possibilidade de se encontrarem eventuais diferenças entre os sexos, na realização da prova de rotação mental, tal como era suposto acontecer (a acreditar na literatura), foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre homens e mulheres, no que respeita ao número de respostas corretas e à *Pontuação Direta*, tendo os participantes masculinos obtido em média

valores superiores aos das participantes femininas. No entanto, não se verificaram quaisquer diferenças estatisticamente significativas quando a análise realizada foi feita em função da variável *Tempo de execução*¹¹¹.

Para este resultado pode ter contribuído o facto de termos optado por não utilizar uma limitação de tempo (pelas razões referidas anteriormente, cf. p.138), a exemplo do que tem sido referido pela generalidade da literatura, onde também se insere o próprio Mariano Yela, autor da prova por nós utilizada. Pese embora termos optado pela não limitação de tempo, não temos dúvidas de que se iniciássemos hoje este estudo, utilizaríamos duas situações: limitação e não limitação. Com efeito, seria interessante verificar se os resultados seriam os mesmos ou se eventualmente (como sugerem *e.g.* Shepard e Metzler, 1971; ou ainda Kosslyn *et al.*, 1998) expressariam a necessidade de um incremento de tempo para cada grau de disparidade angular entre os objetos, quando tais objetos sendo semelhantes, são comparados em diferentes orientações; e se nesse caso, acabaria por se refletir numa associação entre o 2D:4D e o desempenho em termos das variáveis *Pontuação Direta* e *Tempo de execução*.

Tal como referimos anteriormente, este não era um aspeto principal do nosso estudo, tratando-se mesmo de um aspeto secundário e limitado em termos metodológicos. Porém, a refazer este estudo, julgamos hoje que mereceria da nossa parte um outro empenho em termos de seleção e recolha da amostra; desde logo, porque exigiria um número mais elevado de participantes; e, por outro lado, uma amostragem estratificada, por forma a conseguir um número equilibrado de participantes que se pudesse considerar representativo da população por área de formação. Teríamos de facto uma grande satisfação em poder explorar mais esta via; que poderia, ou não, conduzir a resultados diferentes.

Por fim, existe a questão da utilidade do 2D:4D enquanto biomarcador. Não temos naturalmente, embora gostássemos de a ter, uma resposta para esta questão. Uma questão de fundo, aliás, que transcende em muito o âmbito da nossa dissertação, na medida vez que se estende (pelo menos parcialmente) para os domínios da epistemologia.

¹¹¹ Contudo, gostaríamos de recordar que, analisando a possibilidade de existirem eventuais diferenças entre os 2D:4D maiores/menores da mão direita/esquerda, considerando-se, numa primeira situação, os valores inferiores à média como os menores e os valores acima da média como os maiores; e numa segunda situação, recorrendo aos extremos de quartis referentes à variável *Pontuação Direta* e à variável *Tempo*, com o intuito de diferenciar os menores e os maiores 2D:4D de ambas as mãos, os resultados obtidos conduziram-nos à mesma conclusão em ambas as situações. Isto é, não foram encontradas quaisquer diferenças estatisticamente significativas entre os maiores e os menores 2D:4D em relação ao desempenho na prova de rotação mental.

Em termos mais concretos, o nosso estudo não produziu, tal como tivemos ocasião de constatar, resultados no mesmo sentido genérico da maioria (mas não a totalidade) das investigações publicadas nesta área. E, tal como também já referimos, não temos uma explicação cabal para tal facto; limitámo-nos a aventar algumas possibilidades de explicação, há umas páginas atrás, apontando em especial para as limitações do nosso estudo. Sem contudo perder de vista que existem variados outros estudos que, de igual modo, não produziram resultados nítidos no sentido de validar (ou não) este putativo biomarcador; pelo menos, no que diz respeito ao desempenho em tarefas de natureza visuo-espacial. Julgamos no entanto que não se deve, pelo menos para já, abandonar a sua utilização. Antes pelo contrário.

É verdade que os nossos resultados, em toda a sua modéstia, nunca terão grande impacto na questão. Quanto muito, irão juntar-se a um corpo de resultados igualmente “negativos” (i.e., no sentido de não terem permitido observar ou efeitos desejados ou esperados) que a literatura também tem vindo a registar; corpo esse que poderá ainda crescer, com a adição de mais resultados “negativos” que venham entretanto a ser revelados por novas investigações nesta área; e descontando naturalmente todos aqueles que, justamente por serem “negativos”, não chegarão nunca a ser publicados, não chegando por conseguinte ao conhecimento da comunidade. No entanto, e desde logo, parece-nos fundamental realçar que os resultados “negativos” constituem igualmente informação, em vários sentidos, incluindo o de se evitarem duplicações de esforços, alertando por exemplo a comunidade para vias eventualmente sem saída ou pouco fecundas. Salvo todas as devidas proporções, e apenas a título de exemplo, quando o grande navegador James Cook anunciou no século XVIII, à coroa britânica, que não tinha descoberto nenhum outro grande continente escondido no hemisfério Sul, foi mal recebido; sobretudo por todos aqueles que esperavam a revelação de mais um “novo mundo” pleno de riquezas. Mas não deixou por isso de contribuir, e de que maneira, para o conhecimento do mundo, tal como ele é; e não como alguns ou algumas gostariam que fosse. Por outro lado, constituem (tais resultados “negativos”) igualmente formas de combater, talvez mais em Psicologia do que noutras ciências ou áreas do saber científico (que aceitam melhor os resultados “negativos”, como parte do processo de construção do saber), possíveis enviesamentos na direcção de publicar apenas resultados “positivos”. Ou servem, pelo menos e em todo o caso, para nos ajudar a calibrar e avaliar criticamente os resultados “positivos”.

É todavia igualmente verdade que este tema é, quer na sua generalidade (os efeitos psicológicos na vida adulta dos esteroides sexuais pré-natais), quer na sua especificidade (o 2D:4D), um tema recente. Nada será mais natural, acreditamos, que a investigação produzir nesta fase resultados

“positivos” e “negativos”; ou, se se preferir, mistos ou contraditórios. Apontando, justamente, para a necessidade de se prosseguirem os estudos.

Gostaríamos neste âmbito de encerrar esta pequena reflexão e estas páginas, parafraseando de algum modo a sugestão que Martin Voracek deixa na sua meta-análise de 2014, ao salientar que a realização de mais estudos nesta área (estudos que possam contribuir para elucidar sobre a formação do 2D:4D e sobre a sua validade como biomarcador fiável dos efeitos dos androgénios pré-natais), constitui no fundo a oportunidade de reconsiderar, de repensar os pressupostos, de procurar novas abordagens (ou estratégias ou alternativas) neste importante (a nosso ver) campo da pesquisa científica. Gostaríamos, muito sinceramente, de fazer parte dessa jornada.

Bibliografia

- Albores-Gallo, L., Fernández-Guasti, A., Hernández-Guzmán, L. & List-Hilton, C. (2009). 2D:4D finger ratio and language development. *Revista de Neurologia*, 48(11), 587-581.
- Aleman, A., Bronk, E., Kessels, R.P.C., Koppeschaar, H.P.F., van Honk, J. (2004). A single administration of testosterone improves visuospatial ability in young women. *Psychoneuroendocrinology* 29, 612-617.
- Allaway, H. C., Bloski, T. G., Pierson, R. A. & Lujan, M. E. (2009). Digit Ratios (2D:4D) Determined by Computer-Assisted Analysis are More Reliable than Those Using Physical Measurements, Photocopies, and Printed Scans. *American Journal of Human Biology*, 21, 365-370.
- Arendasy, M. E. & Sommer, M. (2010). Evaluating the contribution of different item features to the effect size of the gender difference in three-dimensional mental rotation using automatic item generation. *Intelligence*, 38, 574-581.
- Austin, E. J., Manning, J. T., McInroya, K. & Mathews, E. (2002). A preliminary investigation of the associations between personality, cognitive ability and digit ratio. *Personality and Individual Differences*, 33, 1115-1124.
- Auveung, B., Knickmeyer, R., Ashwin, E., Taylor, K., Hackett, G. & Baron-Cohen, S. (2012). Effects of Fetal Testosterone on Visuospatial Ability. *Archives of Sexual Behavior*, 41(3), 571-581.
- Bailey, A. A. & Hurd, P. L. (2005a). Depression in men is associated with more feminine finger length ratios. *Personality and Individual Differences*, 39, 829-836.
- Bailey, A. A. & Hurd, P. L. (2005b). Finger length ratio (2D:4D) correlates with physical aggression in men but not in women. *Biological Psychology*, 68, 215-222.
- Baker, J., Kungl, A. M., Pabst, J., Strauß, B., Büsch, D. & Schorer, J. (2013). Your fate is in your hands? Handedness, digit ratio (2D:4D), and selection to a national talent development system. *Laterality*, 18(6), 710-718.
- Baron-Cohen, S. (2003). *The Essential Difference: men, women and the extreme male brain*. Penguin, Allen Lane/ Basic Books.
- Baron-Cohen, S. (2008). Baron-Cohen, S. (2008). Autism, hypersystemizing, and truth. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(1), 64-75.

Bibliografia

- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Skinner, R., Martin, J. & Clubley, E. (2001). The Autism-Spectrum Quotient (AQ): Evidence from Asperger Syndrome/High-Functioning Autism, Males and Females, Scientists and Mathematicians. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31(1), 5-17.
- Beaton, A. A., Rudling N., Kissling, C., Taurines, R. & Thome, J. (2011). Digit ratio (2D:4D), salivary testosterone, and handedness. *Laterality*, 16(2), 136-155.
- Beaton, A. A., Magowan, S. V., Rudling, N. G. (2012). Does handedness or digit ratio (2D:4D) predict lateralised cognitive ability? *Personality and Individual Differences*, 52, 627-631.
- Benderlioglu, Z. & Nelson, R. J. (2004). Digit length ratios predict reative aggression in women, but not in men. *Hormones and Behavior*, 46, 558-564.
- Bennett, M., Manning, J. T., Cook, C. J. & Kilduff, L. P. (2010). Digit ratio (2D:4D) and performance in elite rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 28(13), 1415-1421.
- Bescós, R., Esteve, M., Porta, J., Mateu, M., Iruiria, A. & Voracek, M. (2009). Prenatal programming of sporting success: Associations of digit ratio (2D:4D), a putative marker for prenatal androgen action, with world rankings in female fencers. *Journal of Sports Sciences*, 27(6), 625-632.
- Blanchard, R. & Lippa, R. A. (2007). Birth Order, Sibling Sex Ratio, Handedness, and Sexual Orientation of Male and Female Participants in a BBC Internet Research Project. *Archives of Sexual Behavior*, 36, 163-176.
- Block, K., Kardana, A., Igarashi, P. & Taylor, H. S. (2000). In utero diethylstilbestrol (DES) exposure alters Hox gene expression in the developing mu" llerian system. *Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 14, 1101-1108.
- Bonda, E., Petrides, M., Frey, S. & Evans, A. (1995). Neural correlates of mental transformations of the body-in-space. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States-Neurobiology*, 92, 11180-11184.
- Booth, J. R., MacWhinney, B., Thulborn, K. R., Kelley Sacco, K., Voyvodic, J. T. & Feldman, H. M. (2000). Developmental and Lesion Effects in Brain Activation During Sentence Comprehension and Mental Rotation. *Journal Developmental Neuropsychology*, 18(2), 139-169.

- Borst, G., Kievit, R. A., Thompson, W. L. & Kosslyn, S. M. (2011). Mental rotation is not easily cognitively penetrable. *European Journal of Cognitive Psychology*, (1-54).
- Breedlove, S.M. (2010). Minireview: Organizational Hypothesis: Instances of the Fingerpost. *Endocrinology*, 151, 4116-4122.
- Brookes, H., Neave, N., Hamilton, C., & Fink, B. (2007). Digit ratio (2D:4D) and lateralization for basic numerical quantification. *Journal of Individual Differences*, 28, 55-63.
- Brosnan, M.J. (2008). Digit ratio as an indicator of numeracy relative to literacy in 7-year-old British schoolchildren. *British Journal of Psychology*, 99(1), 75-85.
- Brosnan, M., Daggan, R. & Collomosse, J. (2010). The Relationship Between Systemising and Mental Rotation and the Implications for the Extreme Male Brain Theory of Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40, 1-7.
- Brosnan, M., Gallop, V., Iftikhar, N. & Keogh, E. (2011). Digit ratio (2D:4D), academic performance in computer science and computer-related anxiety. *Personality and Individual Differences*, 51, 371-375.
- Brown, W. M., Finn, C. J., & Breedlove, S. M. (2002a). Sexual dimorphism in digit length ratios of laboratory mice. *Anatomical Record*, 267, 231-234.
- Brown, W. M., Hines, M., Fane, B. A. & Breedlove, M. S. (2002b). Masculinized Finger Length Patterns in Human Males and Females with Congenital Adrenal Hyperplasia. *Hormones and Behavior*, 42(4), 380-386.
- Bryden, M.P., McManus, I.C. & Bulman-Fleming, M.B. (1994). Evaluating the empirical support for the Geschwind–Behan–Galaburda model of cerebral lateralization. *Brain and Cognition*, 26, 103-167.
- Buck, J. J., Williams, R. M., Hughes, I. A. & Acerini, C. L. (2003). In-utero androgen exposure and 2nd to 4th digit length ratio-comparisons between healthy controls and females with classical congenital adrenal hyperplasia. *Human Reproduction*, 18(5), 976-979.
- Bull, R. & Benson, P. J. (2006). Digit ratio (2D:4D) and the spatial representation of magnitude. *Hormones and Behavior*, 50, 194-199.
- Burriss, R. P., Anthony C. Little, A. C. & Nelson, E. C. (2007). 2D:4D and Sexually Dimorphic Facial Characteristics. *Archives of Sexual Behavior*, 36, 377-384.

Bibliografia

- Burley, N. T. & Foster, V. S. (2004). Digit ratio varies with sex, egg, order and strength and of mate preference in zebra finches. *Proceedings of the Royal Society, Series B*, 271, 239-244.
- Burton, L. A., Henninger, D. & Hafetz, J. (2005). Gender Differences in Relations of Mental Rotation, Verbal Fluency, and SAT Scores to Finger Length Ratios as Hormonal Indexes. *Developmental Neuropsychology*, 28(1), 493-505.
- Butovskaya, M. L., Vasilyev, V. A., Lazebny, O. E., Burkova, V. N., Kulikov, A. M., Mabulla, A., Shibalev, D.V. & Ryskov, A. P. (2012). Aggression, Digit Ratio, and Variation in the Androgen Receptor, Serotonin Transporter, and Dopamine D4 Receptor Genes in African Foragers: The Hadza. *Behavior Genetics*, 42, 647-662.
- Carpintero, H. (1994). Some historical notes on scientific psychology and its professional development. In *Applied psychology: An international review*, 43(2), 131-150.
- Carré, J. M., McCormick, C. M. & Hariri, A. R. (2011). The social neuroendocrinology of human aggression. *Psychoneuroendocrinology*, 36, 935-944.
- Caswell, N. & Manning, J.T. (2009). A Comparison of Finger 2D:4D by Self-Report Direct Measurement and Experimenter Measurement from Photocopy: Methodological Issues. *Archives of Sexual Behavior*, 38, 143-148.
- CEGOC-TEA, (Secção de Estudos de Testes), *Rotação de Figuras Maciças (RFM)*, Manual, Lisboa, Edições CEGOC-TEA.
- Cermik, D., Karaca, M. & Taylor, H. S. (2001). HOXA10 Expression Is Repressed by Progesterone in the Myometrium: Differential Tissue-Specific Regulation of HOX Gene Expression in the Reproductive Tract. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 86(7), 3387-3392.
- Cermik, D., Selam, B. & Taylor, H. S. (2003). Regulation of HOXA-10 expression by testosterone in vitro and in the endometrium of patients with polycystic ovary syndrome. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 88, 238-243.
- Chai, X. J. & Jacobs, L. F. (2012). Digit Ratio Predicts Sense of Direction in Women. *PLoS ONE*, 7(2).
- Chang, J. L., Doughty, S., Wade, J. & Lovern, M. B. (2006). Sexual dimorphism in the second-to-fourth digit length ratio in green anoles, *Anolis carolinensis* (Squamata: Polychrotidae), from the southeastern United States. *Canadian Journal of Zoology*, 84(10), 1489-1494.

- Charles, N. E., & Alexander, G. M. (2011). The association between 2D:4D ratios and sociosexuality: a failure to replicate. *Archives of Sexual Behavior, 40*(3), 587-595.
- Ciomas, C., Hirschberg, A. L. & Savic, I. (2009). High Fetal Testosterone and Sexually Dimorphic Cerebral Networks in Females. *Cerebral Cortex May, 19*, 1167-1174.
- Coates, J.M., Gurnell, M. & Rustichini, A. (2009). Second-to-fourth digit ratio predicts success among high-frequency financial traders. *PNAS, 106*(2), 623-628.
- Cohen-Bendahan, C. C. C., van de Beek, C., & Berenbaum, S. A. (2005). Prenatal sex hormone effects on child and adult sex-typed behavior: Methods and findings. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 29*, 353-384.
- Collaer, M. L. & Hines, M. (1995). Human Behavioral Sex Differences: A Role for Gonadal Hormones During Early Development? *Psychological Bulletin, 118*(1), 55-107.
- Collaer, M.L., Reimers, S. & Manning, J.T. (2007). Visuospatial Performance on an Internet Line Judgment Task and Potential Hormonal Markers: Sex, Sexual Orientation, and 2D:4D. *Archives of Sexual Behavior, 36*, 177-192.
- Coolican, J. & Peters, M. (2003). Sexual dimorphism in the 2D/4D ratio and its relation to mental rotation performance. *Evolution and Human Behavior, 24*(3), 179-183.
- Cooper, L. A. & Shepard, R. N. (1973). Chronometric studies of the rotation of mental images. In W. G. Chase (Ed.). *Visual information processing*, (135-142). New York: Academic Press.
- Cornish, K. M. (1996). The Geschwind and Galaburda theory of cerebral lateralisation: An empirical evaluation of its assumptions. *Current Psychology, 15*(1), 68.
- Costa, P. T. & McCrae, R. R. (2000). *NEO PI-R, Inventário de Personalidade NEO Revisto, Manual Profissional*. Lisboa, Edições CEGOC-TEA, (Investigação e Publicações Psicológicas), adaptação portuguesa de Margarida Pedroso de Lima e António Simões.
- Cotman, C. W. & McGaugh, J. L. (1980). Behavioral Neuroscience-An Introduction: Development of Sex-Related Behavior: Genetic and Hormonal Influences. *Academic Press, 2*, 700-709.
- Croson, R. & Gneezy, U. (2009). Gender Differences in Preferences. *Journal of Economic Literature, 47*(2), 448-474.

Bibliografia

- Csathó, Á., Osváth, A., Karádia, K., Bicsákb, É., Manning, J. & Kállai, J. (2003a). Spatial navigation related to the ratio of second to fourth digit length in women. *Learning and Individual Differences*, 13(3), 239-249.
- Csathó, A., Osváth, A., Bicsák, É., Karádi, K., Manning, J. & Kállai, J. (2003b). Sex role identity related to the ratio of second to fourth digit length in women. *Biological Psychology*, 62, 147-156.
- Curtze, C., Otten, B. & Postema, K. (2010). Effects of lower limb amputation on the mental rotation of feet. *Experimental Brain Research*, 201, 527-534.
- Del Vecchio, F. B., Del Vecchio, A. H. M., Gonçalves, A., Franchini, E. & Padovani, C. R. (2011). The canonical correlation between the biological markers of performance and physical fitness in high level judo athletes. *Physical Education and Sport*, 9(2), 121-129.
- Derntl, B., Pintzinger, N., Kryspin-Exner, I. and Schöpf, V. (2014). The impact of sex hormone concentrations on decision-making in females and males. *Frontiers in Neuroscience*. 8(352), 1-11.
- Devinsky, O. (2009). Norman Geschwind: Influence on his career and comments on his course on the neurology of behavior. *Epilepsy and Behavior*, 15, 413-416.
- D'Hainaut (1975). *Conceitos e Métodos da Estatística (Vol.1)*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Direnzo, G. V. & Stynosky, J. L. (2012). Patterns of Second-to-Fourth Digit Length Ratios (2D:4D) in Two Species of Frogs and Two Species of Lizards at La Selva, Costa Rica. *The Anatomical Record*, 295, 597-603.
- Dressler, S. G., & Voracek, M. (2011). No association between two candidate markers of prenatal sex hormones: Digit ratios (2D:4D and other) and finger-ridge counts. *Developmental Psychobiology*, 53, 69-78.
- Drucker, D. J. (2010). Male Sexuality and Alfred Kinsey's 0-6 Scale: Toward "A Sound Understanding of the Realities of Sex". *Journal of Homosexuality*, 57, 1105-1123.
- Durante, A. S., Carvalho, R. M. M., Costa, F. S., Soares, J.C. (2005). Características das emissões otoacústicas por transientes em programa de triagem auditiva neonatal. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica, Barueri (SP)*, 17(2), 133-140.

- Durdiaková, J., Celec, P., Laznibatová, J., Minárik, G., Lakatošová, S., Kubranská, A. & Ostatníková, D. (2015). Differences in salivary testosterone, digit ratio and empathy between intellectually gifted and control boys. *Intelligence*, 48, 76-84.
- Durdiaková, J., Lakatošová, S., Kubranská, A., Laznibatová, J., Ficek, A., Ostatníková, D. & Celec, P. (2013). Mental rotation in intellectually gifted boys is affected by the androgen receptor CAG repeat polymorphism. *Neuropsychologia*, 51, 693-1698.
- Ehrlich, S. B., Levine, S. C. & Goldin-Meadow, S. (2006). The Importance of Gesture in Children's Spatial Reasoning. *Developmental Psychology*, 42(6), 1259-1268.
- Ellis, L. (2011). Evolutionary Neuroandrogenic Theory and Universal Gender Differences in Cognition and Behavior. *Sex Roles*, 64, 707-722.
- Ellis, L., Burke, D. & Ames, M.A. (1987). Sexual orientation as a continuous variable: A comparison between the sexes. *Archives of Sexual Behavior*, 16(6), 523-529.
- Ellis, L. & Hoskin, A. W. (2015). Criminality and the 2D:4D Ratio: Testing the Prenatal Androgen Hypothesis. *International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology*, 59(3), 295-312.
- Ellis, L., Lykins, A. & Ratnasingam, M. (2015). Putative Androgen Exposure and Sexual Orientation: Cross-Cultural Evidence Suggesting a Modified Neurohormonal Theory. *Journal of Sexual Medicine*, 12(12), 2364-77.
- Estes, Z. & Felker, S. (2012). Confidence Mediates the Sex Difference in Mental Rotation Performance. *Archives of Sexual Behavior*, 41(3), 557-70.
- Falter, C. M., Arroyo, M., Davis, G. J. (2006). Testosterone: Activation or organization of spatial cognition? *Biological Psychology*, 73, 132-140.
- Falter, C. M., Plaisted, K. C. & Davis, G., (2008). Visuo-spatial Processing in Autism—Testing the Predictions of Extreme Male Brain Theory. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38, 507-515.
- Fernández-Ballesteros, R. (1995). Mariano Yela: Practica y Teoria, una sintesis personal. *Revista de Psicologia General y Aplicada*, 48(4), 485-496.

Bibliografia

- Fink, B., Grammer, K., Mitteroecker, P., Gunz, P., Schaefer, K., Bookstein, F. L. & Manning, J. T. (2005). Second to fourth digit ratio and face shape. *Proceedings Royal Society B*, 272, 1995-2001.
- Fink, B., Manning, J.T. & Neave, N. (2004). Second to fourth digit ratio and the big-five personality factors. *Personality and Individual Differences*, 37, 495-503.
- Fink, B., Manning, J. T., Williams, J. H. G. & Podmore-Nappin, C. (2007). The 2nd to 4th digit ratio and developmental psychopathology in school-aged children. *Personality and Individual Differences*, 42, 369-379.
- Fink, B., Neave, N., Laughton, K. & Manning, J. T. (2006). Second to fourth digit ratio and sensation seeking. *Personality and Individual Differences*, 41, 1253-1262.
- Fink, B., Matts, P. J., Klingenberg, H., Kuntze, S., Weege, B. & Grammer, K. (2008). Visual attention to variation in female facial skin color distribution. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 7, 155-161.
- Fiorio, M., Tinazzi, M. & Aglioti, S. M. (2006). Selective impairment of hand mental rotation in patients with focal hand dystonia. *Brain*, 129(1), 47-54.
- Fiorio, M., Tinazzi, M., Ionta, S., Fiaschi, A., Moretto, G., Edwards, M. J., Bhatia, K. P. & Aglioti, S. M. (2007). Mental rotation of body parts and non-corporeal objects in patients with idiopathic cervical dystonia. *Neuropsychologia*, 1-9.
- Fisher, H. E., Rich, J., Island, H. D. & Marchalik, D. (2010). The second to fourth digit ratio: A measure of two hormonally-based temperament dimensions. *Personality and Individual Differences*, 49, 773-777.
- Forstmeier, W., Mueller, J. C. & Kempenaers, B. (2010). A polymorphism in the oestrogen receptor gene explains covariance between digit ratio and mating behavior. *Proceedings Royal Society of London B-Journals*, 277, 3353-3361.
- Galis, F., Tem Broek, C.M.A., van Dongen, S. & Wijnaendts, L.C.D. (2010). Sexual Dimorphism in the Prenatal Digit Ratio (2D:4D). *Archives of Sexual Behavior*, 39(1), 57-62.
- Garbarino, E., Slonim, R. & Sydnor, J. (2011). Digit ratios (2D:4D) as predictors of risky decision making for both sexes. *Journal of Risk and Uncertainty*, 42, 1-26.

- Galaburda, A. M. & Eidelberg, D. (1982). Symmetry and Asymmetry in the Human Posterior Thalamus II. Thalamic Lesions in a Case of Developmental Dyslexia. *Archives of Neurology*, 39(6), 333-336.
- Geschwind, N. & Behan, P. (1982). Left-handedness: Association with immune disease, migraine, and developmental learning disorder. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States*, 79, 5097-5100.
- Geschwind, N. & Galaburda, A. M. (1985a). Cerebral lateralization. Biological mechanisms, associations, and pathology: I. A hypothesis and a program for research. *Archives of Neurology*, 42(5), 428-59.
- Geschwind, N. & Galaburda, A. M. (1985b). Cerebral lateralization. Biological mechanisms, associations, and pathology: II. A hypothesis and a program for research. *Archives of Neurology*, 42(6), 521-552.
- Giffin, N. A., Kennedy, R. M., Jones, M. E. & Barber, C. A. (2012). Varsity athletes have lower 2D:4D ratios than other university students. *Journal of Sports Sciences*, 30(2), 135-138.
- Graham J. H., Raz S., Hel-Or, H. & Nevo, E. (2010). Fluctuating asymmetry: methods, theory, and applications. *Symmetry*, 2, 466-540.
- Grimbos, T., Dawood, K. & Burris, R.P. (2010). Sexual Orientation and the Second to Fourth Finger Length Ratio: A Meta-Analysis in Men and Women. *Behavioral Neuroscience*, 124(2), 278-287.
- Goodman, F. R. & Schambler, P. J. (2001). Human HOX gene mutations. *Clinical Genetics*, 59, 1-11.
- Habib, M., Robichon, F., Levrier, O., Khalil, R. & Salamon, G. (1995). Diverging asymmetries of temporo-parietal cortical areas: a reappraisal of Geschwind/Galaburda theory. *Brain and Language*, 48(2), 238-258.
- Hall, L. S. & Love, C. T. (2003). Finger-Length Ratios in Female Monozygotic Twins Discordant for Sexual Orientation. *Archives of Sexual Behavior*, 32(1), 23-28.
- Hall, P. A. & Schaeff, C. M. (2008). Sexual Orientation and Fluctuating Asymmetry in Men and Women. *Archives of Sexual Behavior*, 37, 158-165.
- Halpern, D. F. (1997). *Sex Differences in Cognitive Abilities (2nd edition)*. New Jersey: Hillsdale.

Bibliografia

- Hampson, E., Ellis, C. L. & Tenk, C. M. (2008). On the Relation Between 2D:4D and Sex-Dimorphic Personality Traits. *Archives of Sexual Behavior*, 37, 133-144.
- Heil, M., Kavčšek, M., Rolke, B., Beste, C. & Jansen, P. (2011). Mental rotation in female fraternal twins: Evidence for intrauterine hormone transfer? *Biological Psychology*, 86, 90-93.
- Hell, B. & Päßler, K. (2011). Are occupational interests hormonally influenced? The 2D:4D-interest nexus. *Personality and Individual Differences*, 51, 376-380.
- Henninger, D. & Hafetz, J. (2005). Gender Differences in Relations of Mental Rotation, Verbal Fluency, and SAT Scores to Finger Length Ratios as Hormonal Indexes. *Developmental neuropsychology*, 28(1), 493-505.
- Hill, R., Simpson, B., Manning, J. & Kilduff, L. (2012). Right–left digit ratio (2D:4D) and maximal oxygen uptake. *Journal of Sports Sciences*, 30(2), 129-134.
- Hines, M. (2011). Gender Development and the Human Brain. *Annual Review of Neuroscience*, 34, 69-88.
- Hines, M., Brook, C. & Conway, G. S. (2004). Androgen and psychosexual development: core gender identity, sexual orientation and recalled childhood gender role behavior in women and men with congenital adrenal hyperplasia (CAH). *Journal of Sex Research*, 41, 75-81.
- Hiraishi, K., Sasaki, S., Shikishima, C. & Ando, J. (2012). The Second to Fourth Digit Ratio (2D:4D) in a Japanese Twin Sample: Heritability, Prenatal Hormone Transfer, and Association with Sexual Orientation. *Archives of Sexual Behavior*, 41, 711-724.
- Hirschfeld, G., Thielsch, M. T. & Zernikow, B. (2013). Reliabilities of Mental Rotation Tasks: Limits to the Assessment of Individual Differences. *BioMed Research International*, 2013, 1-7.
- Hönekopp, J. (2011). Relationships between digit ratio 2D:4D and self-reported aggression and risk taking in an online study. *Personality and Individual Differences*, 51, 77-80.
- Hönekopp, J., Bartholdt, L., Beier, L. & Liebert, A. (2007). Second to fourth digit length ratio (2D:4D) and adult sex hormone levels: New data and a meta-analytic review. *Psychoneuroendocrinology*, 32(4), 313-321.

- Hönekopp, J., Manning, J. T. & Müller, C. (2006). Digit ratio (2D:4D) and physical fitness in males and females: Evidence for effects of prenatal androgens on sexually selected traits. *Hormones and Behavior* 49, 545-549.
- Hönekopp, J. & Schuster, M. (2010). A meta-analysis on 2D:4D and athletic prowess: Substantial relationships but neither hand out-predicts the other. *Personality and Individual Differences*, 48, 4-10.
- Hönekopp, J. & Watson, S. (2011). Meta-analysis of the relationship between digit-ratio 2D:4D and aggression. *Personality and Individual Differences*, 51, 381-386.
- Huh, HR. (2011). Digit ratios and preferences for aggressive content in entertainment. *Personality and Individual Differences*, 51(4), 451-453.
- Hurd, P. L., Bailey, A. A., Gongal, P. A., Yan, R. H., Greer, J. J. & Pagliardini S. (2008). Intrauterine Position Effects on Anogenital Distance and Digit Ratio in Male and Female Mice. *Archives of Sexual Behavior*, 37, 9-18.
- Hurd, P.L., Vaillancourt, K.L. & Dinsdale, N. L. (2011). Aggression, Digit Ratio and Variation in Androgen Receptor and Monoamine Oxidase A Genes in Men. *Behavior Genetics*, 41, 543-556.
- Ionta, S. & Blanke, O. (2009). Differential influence of hands posture on mental rotation of hands and feet in left and right handers. *Experimental Brain Research*, 195, 207-217.
- Ionta, S., Fourkas, A. D., Fiorio, M. & Aglioti, S. M. (2007). The influence of hands posture on mental rotation of hands and feet. *Experimental Brain Research*, 183, 1-7.
- Joyce, C. W., Mahon, N., Kelly, J. C., Murphy, S., McAllister, M., Chan, J. C., Kerin, M. J. & Kelly, J. L. (2014). Hands of a surgeon: Second to fourth digit ratios in the surgical profession. *Personality and Individual Differences*, 68, 28-31.
- Just, M. A., Carpenter, P. A., Maguire, M., Diwadkar, V. & McMains, S. (2001). Mental rotation of objects retrieved from memory: An f MRI study of spatial processing. *Journal of Experimental Psychology: General*, 493-504.
- Kallai, J., Csathó, Á., Kövér, F., Makány, T., Nemes, J., Horváth, K., Kovács, N., Manning, J.T., Nadel, L. & Nagy, F. (2005). MRI-assessed volume of left and right hippocampi in females correlates with the relative length of the second and fourth fingers (the 2D:4D ratio). *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 140(2), 199-210.

Bibliografia

- Kaltner, S. & Jansen, P. (2014). Mental rotation and motor performance in children with developmental dyslexia. *Research in Developmental Disabilities, 35*(3), 741-754.
- Kastlunger, B., Dressler, S. G., Kirchler, E., Mittone, L. & Voracek, M. (2010). Sex differences in tax compliance: Differentiating between demographic sex, gender-role orientation, and prenatal masculinization (2D:4D). *Journal of Economic Psychology, 31*(4), 542-552.
- Kedzior, K. K., Rajput, V., Price, G., Lee, J. & Martin-Iverson, M. (2012). Cognitive correlates of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) in treatment-resistant depression- a pilot study. *BMC Psychiatry, 12*(163), 1-9.
- Kempel, P., Gohlke, B., Klempau, J., Zinsberger, P., Reuter, M. & Hennig, J. (2005) Second-to-fourth digit length, testosterone and spatial ability. *Intelligence, 33*, 215-230.
- Kemper, C. J. & Schwerdtfeger, A. (2009). Comparing Indirect Methods of Digit Ratio (2D:4D) Measurement. *American Journal of Human Biology, 21*, 188-191.
- Kilduff, L. P., Hopp, R. N., Cook, C. J., Crewther, B. T. & Manning, J. T. (2013). Digit Ratio (2D:4D), Aggression, and Testosterone in Men Exposed to an Aggressive Video Stimulus. *Evolutionary Psychology, 11*(5), 953-964.
- Kim, Y., Kim, K. & Kim, T. H. (2014). Domain Specific Relationships of 2D:4D Digit Ratio in Risk Perception and Risk Behavior. *The Journal of General Psychology, 141*(4), 373-392.
- Kimura, D. (2002). Sex hormones influence human cognitive pattern. *Neuroendocrinology Letters, 23*(Suppl. 4), 67-77.
- Kmita, M., Tarchini, B., Zákány, J., Logan, M., Tabin, C. J. & Duboule, D. (2005). Early developmental arrest of mammalian limbs lacking HoxA/HoxD gene function. *Nature, 435*, 1113-1116.
- Knickmeyer, R.C. & Baron-Cohen S. (2006a). Fetal testosterone and sex differences in typical social development and in autism. *Journal of Child Neurology, 21*(10), 825-45.
- Knickmeyer, R. C., Baron-Cohen, S., Raggatt, P., Taylor, K. & Hackett, G. (2006b). Fetal testosterone and empathy. *Hormones and Behavior, 49*, 282-292.
- Knickmeyer, R. C., Woolson, S., Hamer, R. M., Konneker, T. & Gilmore, J. H. (2011). 2D:4D ratios in the first 2 years of life: Stability and relation to testosterone exposure and sensitivity. *Hormones and Behavior, 60*, 256-263.

- Knickmeyer, R., Auyeung, B. & Davenport, M. L. (2015). Assessing prenatal and neonatal gonadal steroid exposure for studies of human development: methodological and theoretical challenges. *Frontiers in Endocrinology*, 242(5), 1-3.
- Kondo, T., Zakany, J., Innis, J., & Duboule, D. (1997). Of fingers, toes and penises. *Nature*, 390, 29.
- Koshino, H., Carpenter, P. A., Minshew, N. J., Cherkassky, V. L. & Keller, T. A. (2005). *NeuroImage*, 810-821.
- Kosslyn, S. M., Digirolamo, G. J., Thompson, W.L. & Alpert, N. M. (1998). Mental rotation of objects versus hands: Neural mechanisms revealed by positron emission tomography. *Psychophysiology*, 35, 151-161.
- Kraemer, B., Noll, T., Delsignore, A., Milos, G., Schnyder, U. & Hepp, U. (2006). Finger Length Ratio (2D:4D) and Dimensions of Sexual Orientation. *Neuropsychobiology*, 53, 210-214.
- Kraemer, B., Noll, T., Delsignore, A., Milos, G. & Schnyder, U. (2009). Finger Length Ratio (2D:4D) in Adults with Gender Identity Disorder. *Archives of Sexual Behavior*, 38, 359-363.
- Lee, K. & Ashton, M. C. (2004). Psychometric properties of the HEXACO personality inventory. *Multivariate Behavioral Research*, 39, 329-358.
- Leoni, B., Canova, L. & Saino, N. (2005). Sexual Dimorphism in Metapodial and Phalanges Length Ratios in the Wood Mouse. *The Anatomical Record Part A*, 286A, 955-961.
- Levine, S. C., Huttenlocher, J., Taylor, A. & Langrock, A. (1999). Early Sex Differences in Spatial Skill. *Developmental Psychology*, 35(4), 940-949.
- Lilley, T., Laaksonen, T., Huitu, O. & Helle, S. (2009). Digit length ratio (2D/4D): comparing measurements from X-rays and photographs in field voles (*Microtus agrestis*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63, 1539-1547.
- Lindová, J., Hursková, M., Pivonková, V., Kubena, A. & Flegr, J. (2008). Digit Ratio (2D:4D) and Cattell's Personality Traits. *European Journal of Personality*, 22, 347-356.
- Lippa, R. A. (2003). Are 2D:4D finger-length ratios related to sexual orientation? Yes for men, no for women. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(1), 179-188.
- Lippa, R. A. (2006). Finger lengths, 2D:4D ratios, and their relation to gender-related personality traits and the Big Five. *Biological Psychology*, 71, 116-121.

Bibliografia

- Lippa, R. A. (2012). Effects of Sex and Sexual Orientation on Self-Reported Attraction and Viewing Times to Images of Men and Women: Testing for Category Specificity. *Archives of Sexual Behavior, 41*, 149-160.
- Lippa, R. A., Collaer, M. L. & Peters, M. (2010). Sex Differences in Mental Rotation and Line Angle Judgments Are Positively Associated with Gender Equality and Economic Development Across 53 Nations. *Archives of Sexual Behavior, 39*, 990-997.
- Lizarraga, M. L. & Ganuza, J. M. (2003). Improvement of Mental Rotation in Girls and Boys. *Sex Roles, 49*(5/6), 277-286.
- Loehlin, J. C., Medland, S. E. & Martin, N. G. (2009). Relative Finger Lengths, Sex Differences, and Psychological Traits. *Archives of Sexual Behavior, 38*, 298-305.
- Lombardo, M. P. & Thorpe, P. A. (2008). Digit Ratios in Green Anolis Lizards (*Anolis carolinensis*). *The Anatomical Record, 291*, 433-440.
- Longman, D., Stock, J. T. & Wells, J. C. K. (2011). Digit Ratio (2D:4D) and Rowing Ergometer Performance in Males and Females. *American Journal of Physical Anthropology, 144*, 337-341.
- Lutchmaya, S., Baron-Cohen, S., Raggatt, P., Knickmeyer, R., & Manning, J. T. (2004). 2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol. *Early Human Development, 77*, 23-28.
- Luxen, M. F. & Buunk, B. P. (2005). Second-to-fourth digit ratio related to Verbal and Numerical Intelligence and the Big Five. *Personality and Individual Differences, 39*, 959-966.
- Malas, M. A., Dogan, S., Evcil, E. H., & Desdicioglu, K. (2006). Fetal development of the hand, digits, and digit ratio (2D:4D). *Early Human Development, 82*, 469-475.
- Malik, A. & Malik, S. (2011). Digit ratio (2d:4d): an indicator of serum testosterone and prenatal programming of specific sports. *International Journal of Sports Sciences and Fitness, 1*(1), 39-48.
- Manning, J.T. (2002b). The ratio of 2nd to 4th digit length and performance in skiing. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 42*(4), 446-449.
- Manning, J. T. (2002a). *Digit ratio: A pointer to fertility, behavior, and health*. New Brunswick: Rutgers University Press.

- Manning, J.T. (2011). Resolving the role of prenatal sex steroids in the development of digit ratio. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, *108*(39), 16143-16144.
- Manning, J. T. (2012). Sex Differences and Age Changes in Digit Ratios: Implications for the Use of Digit Ratios in Medicine and Biology. *Handbook of Anthropometry*, 841-851.
- Manning, J.T., Barley, L., Walton, J., Lewis-Jones, D.I., Trivers, R.L., Singh, D., Thornhill, R., Rohde, P., Berczkei, T., Henzi, P., Soler, M. & Szwed, A. (2000). The 2nd:4th digit ratio, sexual dimorphism, population differences, and reproductive success: evidence for sexually antagonistic genes? *Evolution and Human Behavior*, *21*, 163-183.
- Manning, J. T., & Bundred, P. E. (2000). The ratio of 2nd to 4th digit length: A new predictor of disease predisposition? *Medical Hypotheses*, *54*, 855-857.
- Manning, J. T., Bundred, P. E. & Flanagan, B. F. (2002). The ratio of 2nd to 4th digit length: a proxy for transactivation activity of the androgen receptor gene? *Medical Hypotheses*, *59*(3), 334-336.
- Manning, J. T., Bundred, P. E., Newton, D. J. & Flanagan, B. F. (2003). The second to fourth digit ratio and variation in the androgen receptor gene. *Evolution and Human Behavior*, *24*, 399-405.
- Manning, J. T., Churchill, A. J. G. & Peters, M. (2007). The Effects of Sex, Ethnicity, and Sexual Orientation on Self-Measured Digit Ratio (2D:4D). *Archives of Sexual Behavior*, *36*, 223-233.
- Manning, J. T., Callow, M. & Bundred, P. E. (2003). Finger and toe ratios in humans and mice: implications for the aetiology of diseases influenced by HOX genes. *Medical Hypotheses*, *60*(3), 340-343.
- Manning, J. T. & Fink, B. (2008). Digit ratio (2D:4D), dominance, reproductive success asymmetry, and sociosexuality in the BBC internet study. *American Journal of Human Biology*, *20*, 451-461.
- Manning, J. T. & Fink, B. (2011). Digit ratio (2D:4D) and aggregate personality scores across nations: Data from the BBC internet study. *Personality and Individual Differences*, *51*, 387-391.

Bibliografia

- Manning, J.T., Fink, B., Neave, N. & Caswell, N. (2005). Photocopies Yield Lower Digit Ratios (2D:4D) Than Direct Finger Measurements. *Archives of Sexual Behavior*, 34(3), 329-333.
- Manning, J. T., Fink, B. & Trivers, R. (2014). Digit Ratio (2D:4D) and Gender Inequalities Across Nations. *Evolutionary Psychology*, 12(4), 757-768.
- Manning, J. T., Henzi, P. & Bundred, P. E. (2001). The ratio of 2nd to 4th digit length: a proxy for testosterone, and susceptibility to HIV and AIDS? *Medical Hypotheses*, 57(6), 761-3.
- Manning, J. T., Henzi, P., Venkatramana, P., Martin, S. & Singh, D. (2003). Second to fourth digit ratio: ethnic differences and family size in English, Indian and South African populations. *Annals of Human Biology*. 30(5), 579-88.
- Manning, J. T. & Hill, M. R. (2009). Digit Ratio (2D:4D) and Sprinting Speed in Boys. *American Journal of Human Biology*, 21, 210-213.
- Manning, J. T., Kilduff, L., Cook, C., Crewther, B. & Fink, B. (2014). Digit ratio (2D:4D): a biomarker for prenatal sex steroids and adult sex steroids in challenge situations. *Frontiers in Endocrinology /Pediatric Endocrinology*, 5(9), 1-5.
- Manning, J. T., Morris, L. & Caswell, N. (2007). Endurance running and digit ratio (2D:4D): implications for fetal testosterone effects on running speed and vascular health. *American Journal of Human Biology*, 19, 416-421.
- Manning, J. T. & Peters, M. (2009). Digit ratio (2D:4D) and hand preference for writing in the BBC Internet Study. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 14(5), 528-540.
- Manning, J. T., Reimers, S., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S. & Fink, B. (2010). Sexually dimorphic traits (digit ratio, body height, systemizing-empathizing scores) and gender segregation between occupations: Evidence from the BBC internet study. *Personality and Individual Differences*, 49(5), 511-515.
- Manning, J. T. & Robinson, S.J. (2003). 2nd to 4th digit ratio and a universal mean for prenatal testosterone in homosexual men. *Medical Hypotheses*, 61(2), 303-6.
- Manning, J. T., Scutt, D., Wilson, J., and Lewis-Jones, D. I. (1998). The ratio of 2nd to 4th digit length: A predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction*, 13, 3000-3004.

- Manning, J.T., Stewart, A., Bundred, P.E. & Trivers, R.L. (2004). Sex and ethnic differences in 2nd to 4th digit ratio of children. *Early Human Development*, 80(2), 161-168.
- Manning, J.T. & Taylor, R. P. (2001). Second to fourth digit ratio and male ability in sport: implications for sexual selection in humans. *Evolution and Human Behavior*, 22(1), 61-69.
- Manson, J. E. (2008). Prenatal exposure to sex steroid hormones and behavioral/cognitive outcomes. *Metabolism Clinical and Experimental*, 57(2), S16-S21.
- Martin, S. M., Manning, J. T. & Dowrick, C. F. (1999). Fluctuating Asymmetry, Relative Digit Length, and Depression in Men. *Evolution and Human Behavior*, 20(3), 203-214.
- Martin, J.T., Puts, D. A. & Breedlove, S. M. (2008). Hand Asymmetry in Heterosexual and Homosexual Men and Women: Relationship to 2D:4D Digit Ratios and Other Sexually Dimorphic Anatomical Traits. *Archives of Sexual Behavior*, 37, 119-132.
- Martin, D. M., Wittert, G., Burns, N.R. & McPherson, J. (2008). Endogenous testosterone levels, mental rotation performance, and constituent abilities in middle-to-older aged men. *Hormones and Behavior*, 53, 431-441.
- Martins, I. C. (2015). *Rotações mentais implícitas e representações dinâmicas em pessoas com Paralisia Cerebral: o Impacto das limitações da Atividade*, Tese de doutoramento não-publicada, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Maylor, E. A., Reimers, S., Choi, J., Collaer, M. L., Peters, M. & Silverman, I. (2007). Gender and Sexual Orientation Differences in Cognition Across Adulthood: Age Is Kinder to Women than to Men Regardless of Sexual Orientation. *Archives of Sexual Behavior*, 36, 235-249.
- McFadden, D. & Bracht, M. S. (2003). The relative lengths and weights of metacarpals and metatarsals in baboons (*Papio hamadryas*). *Hormones and Behavior*, 43, 347-355.
- McFadden, D., Loehlin, J.C., Breedlove, M., Lippa, R. A., Manning, J. T. & Rahman, Q. (2005). A Reanalysis of Five Studies on Sexual Orientation and the Relative Length of the 2nd and 4th Fingers (the 2D:4D Ratio). *Archives of Sexual Behavior*, 34(3), 341-356.
- McFadden, D. & Shubel, E. (2002). Relative Lengths of Fingers and Toes in Human Males and Females. *Hormones and Behavior*, 42, 492-500.

Bibliografia

- McIntyre, M. H. (2003). Digit Ratios, Childhood Gender Role Behavior, and Erotic Role Preferences of Gay Men. *Archives of Sexual Behavior*, 32(6), 495-497.
- McIntyre, M. H. (2006). The use of digit ratios as markers for perinatal androgen action. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 4, 10-18.
- McIntyre, M. H., Herrmann, E., Wobber, V., Halbmax, M., Mohamba, C., Sousa, N., Atencia, R., Cox, D., Hare, B. (2009). Bonobos have a more human-like second-to fourth finger length ratio (2D:4D) than chimpanzees: a hypothesized indication of lower prenatal androgens. *Journal of Human Evolution*, 56(4), 361-365.
- McIntyre, M. H., Li, A. Y., Chapman, J.F., Lipson, S.F. & Ellison, P.T. (2011). Social status, masculinity, and testosterone in young men. *Personality and Individual Differences*, 51(4), 392-396.
- Merriman, W. E., Keating, D. P. & List, J. A. (1985). Mental rotation of facial profiles: Age, sex, and ability-related differences. *Developmental Psychology*, 21(5), 888-900.
- Meyer-Bahlburg, H. F. L., Dolezal, C., Baker, S.W. & New, M. I. (2008). Sexual Orientation in Women with Classical or Non-Classical Congenital Adrenal Hyperplasia as a Function of Degree of Prenatal Androgen Excess. *Archives of Sexual Behavior*, 37, 85-99.
- Miller, S. S., Hoffmann, H. L. & Mustanski, B. S. (2008). Fluctuating Asymmetry and Sexual Orientation in Men and Women. *Archives of Sexual Behavior*, 37, 150-157.
- Moore, D.S. & Johnson, S.P. (2008). Mental Rotation in Human Infants A Sex Difference. *Psychological Science*, 19(11), 1063-1066.
- Mustanski, B. S., Chivers, M. L. & Bailey, J. M. (2002). A critical review of recent biological research on human sexual orientation. *Annual review of sex research*, 13, 89-140.
- Nelson, E., Hoffman, C. L., Gerald, M. S. & Shultz, S. (2010). Digit ratio (2D:4D) and dominance rank in female rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 64, 1001-1009.
- Nelson, E. & Shultz, S. (2010). Finger Length Ratios (2D:4D) in Anthropoids Implicate Reduced Prenatal Androgens in Social Bonding. *American Journal of Physical Anthropology*, 141, 395-405.

- Nelson, E. & Voracek, M. (2010). Heritability of digit ratio (2D:4D) in rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Primates*, *51*, 1-5.
- Neubauer, A. C., Bergner, S. & Schatz, M. (2010). Two-vs. three-dimensional presentation of mental rotation tasks: Sex differences and effects of training on performance and brain activation. *Intelligence*, *38*(5), 529-539.
- Njemanze, P. C. (2005). Cerebral lateralization and general intelligence: Gender differences in a transcranial Doppler study. *Brain and Language*, *92*, 234-239.
- Noreika, D., Griškova-Bulanova, I., Alaburda, A., Baranauskas, M. & Grikšien, R. (2014). Progesterone and Mental Rotation Task: Is There Any Effect? *BioMed Research International*, *2014*, 1-9.
- Nowak, N. T. & Moffat, S. D. (2011). The Relationship Between Second to Fourth Digit Ratio, Spatial Cognition, and Virtual Navigation. *Archives of Sexual Behavior* *40*, 575-585.
- Nye, J. V. C. & Orel, E. (2015). The influence of prenatal hormones on occupational choice- 2D4D evidence from Moscow. *Personality and Individual Differences*, *78*, 39-42.
- Obrzut, J.E. (1994). The Geschwind-Behan-Galaburda theory of cerebral lateralization: thesis, antithesis, and synthesis? *Brain and Cognition*, *26*(2), 267-74.
- Oliveira, M. & Jesus, F. (2013). Arquitetura situacional do crédito: Tempo, cognição, afeto e decisão. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, *101*, 39-64.
- Oliveira, M. & Jesus, F. (2015). Da dificuldade da decisão à facilitação da ação. In A. C. Santos (coord.) *Famílias endividadas. Uma abordagem de economia política e comportamental* (pp. 65-90). Coimbra: Almedina.
- Osmann, P. J. & Heil, M. (2007). Suitable stimuli to obtain (no) gender differences in the speed of cognitive processes involved in mental rotation. *Brain and Cognition*, *64*, 217-227.
- Overney, L. S., Michel, C. M., Harris, I. M. & Pegna, A. J. (2005). Cerebral processes in mental transformations of body parts: Recognition prior to rotation. *Cognitive Brain Research*, *25*, 722-734.
- Panda, K., Majumdar, P., Umesh, V. & Sudhakar, H. (2014). Ratio of second to fourth digit as a predictor of performance in elite indian volley ball players. *National Journal of Physiology, Pharmacy & Pharmacology*, *4*(2), 106-108.

Bibliografia

- Parsons, L. M. (1987). Imagined Spatial Transformation of One's Body. *Journal of Experimental Psychology*, 116(2), 172-191.
- Parsons, L. M. (2003). Superior parietal cortices and varieties of mental rotation. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 7(12), 515-517.
- Paul, S. N., Kato, B. S., Hunkin, J. L., Vivekanandan, S. & Spector, T. D. (2006). The big finger: the second to fourth digit ratio is a predictor of sporting ability in women. *British Journal of Sports Medicine*, 40(12), 981-983.
- Perciavalle, V., Di Corrado, D., Scuto, C., Perciavalle, V. & Coco, M. (2014). Anthropometrics related to the performance of a sample of male swimmers. *Perceptual & Motor Skills: Physical Development & Measurement*, 118(3), 940-950.
- Pereira, M. A. M. (1998). *Crianças sobredotadas: estudos de caracterização*. Dissertação de Doutoramento em Psicologia, especialização em Defectologia e Reabilitação apresentada à Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra.
- Peeters, M. W. & Claessens, A. L. (2012). The Left Hand Second to Fourth Digit Ratio (2D:4D) Does Not Discriminate World-Class Female Gymnasts from Age Matched Sedentary Girls. *PLoS ONE*, 7(6).
- Peeters, M. W. & Claessens, A. L. (2013a). Digit ratio (2D:4D) and competition level in world-class female gymnasts. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 1302-1311.
- Peeters, M.W., Van Aken, K. & Claessens, A.L. (2013b) The Left Hand Second to Fourth Digit Ratio (2D:4D) Is Not Related to Any Physical Fitness Component in Adolescent Girls. *PLoS ONE* 8(4)
- Peters, M., Mackenzie, K., & Bryden, P. (2002). Finger length and distal finger extent patterns in humans. *American Journal of Physical Anthropology*, 117, 209-217.
- Peters, M., Manning, J. T. & Reimers, S. (2007). The Effects of Sex, Sexual Orientation, and Digit Ratio (2D:4D) on Mental Rotation Performance. *Archives of Sexual Behavior*, 36, 251-260.
- Phelps, R. (1952). Relative Index Finger Length as a Sex-influenced Trait in Man. *American Journal of Human Genetics*, 4(2), 72-89.
- Poeschl, G. (2006). *Análise de dados na investigação em Psicologia-Teoria e Prática*. Edições Almedina.

- Pokrywka, L., Rachon, D., Suchecka-Rachon, K. & Bitel, L. (2005). The Second to Fourth Digit Ratio in Elite and Non-Elite Female Athletes. *American Journal of Human Biology*, 17, 796-800.
- Polit, D. & Hunger, B. (1994). *Investigación Científica en Ciencias de la Salud (Cuarta Edición)*. Mexico D. F. et al: Interamerican / M. Graw-Hill.
- Prather, S. C. & Sathian, K. (2002). Mental rotation of tactile stimuli. *Cognitive Brain Research*, 14, 91-98.
- Pueyo, A. A. (1998). *Manual de Psicología Diferencial*. Madrid: McGrawHill.
- Puts, D. A., McDaniel, M. A., Jordan, C. L. & Breedlove, S. M. (2008). Spatial Ability and Prenatal Androgens: Meta-Analyses of Congenital Adrenal Hyperplasia and Digit Ratio (2D:4D) Studies. *Archives of Sexual Behavior*, 37, 100-111.
- Putz, D. A., Gaulin, S. J. C., Sporter, R. J. & McBurney, D. H. (2004). Sex hormones and finger length What does 2D:4D indicate? *Evolution and Human Behavior*, 25, 182-199.
- Quinn, P. C., & Liben, L. S. (2008). A sex difference in mental rotation in young infants. *Psychological Science*, 19, 1067-1070.
- Quinn, P. C. & Liben, L. S. (2014). A Sex Difference in Mental Rotation in Infants: Convergent Evidence. *Infancy*, 19(1): 103-116.
- Quinonez, S. C. & Innis, J. W. (2014). Human HOX gene disorders. *Molecular Genetics and Metabolism*, 111, 4-15.
- Rahman, Q. & Wilson, G. D. (2003). Sexual orientation and the 2nd to 4th finger length ratio: evidence for organising effects of sex hormones or developmental instability? *Psychoneuroendocrinology*, 28, 288-303.
- Ranson, R., Stratton, G. & Taylor, S. R. (2015). Digit ratio (2D:4D) and physical fitness (Eurofit test battery) in school children. *Early Human Development*, 91, 327-331.
- Reimers, S. (2007). The BBC Internet Study: General Methodology. *Archives of Sexual Behavior*, 36, 147-161.
- Robinson, S. J. & Manning, J. T. (2000). The ratio of 2nd to 4th digit length and male homosexuality. *Evolution and Human Behavior*, 21(5), 333-345.

Bibliografia

- Rolian, C. (2014). Genes, Development, and Evolvability in Primate Evolution. *Evolutionary Anthropology* 23, 93-104.
- Rüsseler, J., Scholz, J., Jordan, K. & Quaiser-Pohl, C. (2005). Mental rotation of letters, pictures, and three-dimensional objects in German dyslexic children. *Child Neuropsychology*, 11(6), 497-512.
- Sanders, G., Bereczkei, T., Csatho, A. & Manning, J. (2005). The ratio of the 2nd to 4th finger length predicts spatial ability in men but not women. *Cortex*, 41(6): 789-795.
- Sapienza, P., Zingales, L. & Maestripieri, D. (2009). Gender differences in financial risk aversion and career choices are affected by testosterone. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (PNAS), 106(36), 15268-15273.
- Schorer, J., Rienhoff, R., Westphal, H. & Baker, J. (2013). Digit Ratio Effects Between Expertise Levels in American Football Players. *Talent Development & Excellence*, 5(2), 113-116.
- Schwarz, S., Mustafic', M., Hassebrauck, M. & Jörg, J. (2011). Short- and Long-Term Relationship Orientation and 2D:4D Finger-Length Ratio. *Archives of Sexual Behavior*, 40, 565-574.
- Schwerdtfeger, A. & Heer, J. (2008). Second to fourth digit ratio (2D:4D) of the right hand is associated with nociception and augmenting-reducing. *Personality and Individual Differences*, 45, 493-497.
- Schwerdtfeger, A., Heims, R. & Heer, J. (2010). Digit ratio (2D:4D) is associated with traffic violations for male frequent car drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 42, 269-274.
- Shepard, R. N. & Metzler, J. (1971). Mental Rotation of Three-Dimensional Objects. *Science, New Series*, 171(3972): 701-703.
- Sherman, G.F, Galaburda, A.M., & Geschwind, N. (1985). Cortical anomalies in brains of New Zealand mice: a neuropathologic model of dyslexia? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 82 (23), 8072-8074.
- Slovic, P., Finucane, M., Peters, E. & McGregor, D. (2007). "A heurística afetiva". In Carlos Henggeler Antunes & Luís Cândido Dias (Orgs.), *Decisão: perspectivas interdisciplinares* (pp.25-68). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra. Tradução de Miguel Oliveira.

- Smail, P. J., Reyes, F. I., Winter, J. S. D., & Faiman, C. (1981). The fetal hormonal environment and its effect on the morphogenesis of the genital system. In S. J. Kogan & E. S. E. Hafez (Eds.), *Pediatric andrology* (pp. 9-19). Boston: Martinus Nijhoff.
- Sorokowski, P., Sorokowska, A., Danel, D., Mberira, M.L. & Pokrywka, L. (2012). The Second to Fourth Digit Ratio and Age at First Marriage in Semi-Nomadic People from Namibia. *Archives of Sexual Behavior*, 41(3), 703-710.
- Stenstrom, E., Saad, G., Nepomuceno, M. V. & Mendenhall, Z. (2011). Testosterone and domain-specific risk: Digit ratios (2D:4D and rel2) as predictors of recreational, financial, and social risk-taking behaviors. *Personality and Individual Differences* 51, 412-416.
- Stevenson, J.C., Everson, P.M., Williams, D.C., Hipkind, G., Grimes, M. & Mahoney, E.R. (2007). Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) Symptoms and Digit Ratios in a College Sample. *American Journal of Human Biology*, 19, 41-50.
- Tagaris, G.A., Strupp, J.P., Andersen, P., Ugurbil, K., & Georgopoulos, A. P. (1997). Mental rotation studied by functional magnetic resonance imaging at highfield 4 Tesla: Performance and cortical activation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(4), 419-432.
- Talarovičová, A., Kršková, L. & Blažeková, J. (2009). Testosterone enhancement during pregnancy influences the 2D:4D ratio and open field motor activity of rat siblings in adulthood. *Hormones and Behavior*, 55(1), 235-239.
- Tamiya, R., Lee, S. Y. & Ohtake, F. (2012). Second to fourth digit ratio and the sporting success of sumo wrestlers. *Evolution and Human Behavior*, 33, 130-136.
- Taylor, H.S. (2002). Transcriptional Regulation of Implantation By HOX Genes. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 3, 127-132.
- Taylor, H.S., Igarashi, P., Olive, D.L. & Arici, A. (1999). Sex steroids mediate HOXA11 expression in the human peri-implantation endometrium. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 84, 1129-1135
- Tester, N. & Campbell, A. (2007). Sporting Achievement: What Is the Contribution of Digit Ratio? *Journal of Personality*, 75(4), 663-677.
- Tlauka, M., Williams, J. & Williamson, P. (2008). Spatial ability in secondary school students: Intrasex differences based on self-selection for physical education. *British Journal of Psychology*, 99, 427-440.

Bibliografia

- Thomas, N. J. T. (2014). *Mental Imagery>Mental Rotation*. Stanford Encyclopedia of Philosophy. Center for the Study of Language and Information (CSLI) Stanford University.
- Thompson, J. M., Nuerk, H. C., Moeller, K. & Kadosh, R. C. (2013). The link between mental rotation ability and basic numerical representations. *Acta Psychologica*, 144: 324–331.
- Tobler, M., Healey, M. & Olsson, M. (2012). Digit ratio, polychromatism and associations with endurance and antipredator behaviour in male painted dragon lizards. *Animal Behaviour*, 84, 1261-1269.
- Trivers, R., Manning, J. & Jacobson A., (2006). A longitudinal study of digit ratio (2D:4D) and other finger ratios in Jamaican children. *Hormones and Behavior*, 49,150-156.
- Uller, T. & Olsson, M. (2003a). Life in the land of the midnight sun: are northern lizards adapted to longer days? *Oikos*, 101, 317-322.
- Uller, T. & Olsson, M. (2003b). Prenatal exposure to testosterone increases ectoparasite susceptibility in the common lizard (*Lacerta vivipara*). *Proceedings of the Royal Society B*, 270, 1867-1870.
- Ungar, S., Blades, M. & Spencer, C. (1995). Mental rotation of a tactile layout by young visually impaired children. *Perception*, 24(8), 891-900.
- Valla, J. & Ceci, S. J. (2011). Can Sex Differences in Science Be Tied to the Long Reach of Prenatal Hormones? Brain Organization Theory, Digit Ratio (2D/4D), and Sex Differences in Preferences and Cognition. *Perspectives on Psychological Science*, 6(2), 134-136.
- van Anders, S. M., & Hampson, E. (2005). Testing the prenatal androgen hypothesis: Measuring digit ratios, sexual orientation, and spatial abilities in adults. *Hormones and Behavior*, 47, 92-98.
- van Doren, J. A., Kaltner, S. & Jansen, P. (2013). Neuronal correlates of mental rotation performance in children with developmental dyslexia. *NeuroReport*, 00(00), 1-6.
- van Honk, J., Schutter, D. J., Bos, P. A., Kruijt, A-W., Lentjes, E. G. & Baron-Cohen, S. (2011). Testosterone administration impairs cognitive empathy in women depending on second-to-fourth digit ratio. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(8), 3448-3452.

- Veale, J.F., Clarke, D.E. & Lomax, T.C. (2010). Biological and psychosocial correlates of adult gender-variant identities: New findings. *Personality and Individual Differences*, 49 (3): 252-257.
- Vermeersch, H., Sjoen, G. T., Kaufman, J. M. & Vincke, J. (2008). 2d:4d, sex steroid hormones and human psychological sex differences. *Hormones and Behavior*, 54: 340-346.
- von Horn, A., Bäckman, L., Davidsson, T. & Hansen, S. (2010). Empathizing, systemizing and finger length ratio in a Swedish sample. *Scandinavian Journal of Psychology*, 51, 31-37.
- Voracek, M., (2008). Digit ratio (2D:4D) as a marker for mental disorders: Low (masculinized) 2D:4D in autism-spectrum disorders, high (feminized) 2D:4D in schizophrenic-spectrum disorders. *Behavioral and Brain Sciences*, 31, 241-320.
- Voracek, M. (2009). Lack of associations between digit ratio (2D:4D) and assertiveness: Replication in a large sample. *Perceptual and Motor Skills*, 109(3), 757-769.
- Voracek, M. (2014). No effects of androgen receptor gene CAG and GGC repeat polymorphisms on digit ratio (2D:4D): a comprehensive meta-analysis and critical evaluation of research. *Evolution and Human Behavior*, 35, 430-437.
- Voracek, M. (2011). Special issue preamble: Digit ratio (2D:4D) and individual differences research. *Personality and Individual Differences*, 51, 367-370.
- Voracek, M. & Dressler, S. G. (2006). High (feminized) digit ratio (2D:4D) in Danish men: a question of measurement method? *Human Reproduction*, 21(5), 1329-1331.
- Voracek, M., & Dressler, S.G. (2007). Digit ratio (2D:4D) in twins: Heritability estimates and evidence for a masculinized trait expression in women from opposite sex pairs. *Psychological Reports*, 100, 115-126.
- Voracek, M. & Dressler, S. G. (2009). Brief communication: Familial resemblance in digit ratio (2D:4D). *American Journal of Physical Anthropology*, 140(2), 376-380.
- Voracek, M., Dressler, S. G. & Maning, J. T. (2007a). Evidence For Assortative Mating on Digit Ratio (2D:4D), A Biomarker for Prenatal Androgen Exposure. *Journal of biosocial science*, 39, 599-612.
- Voracek, M., Dressler, S. G. & Loibl, L. M. (2008). The contributions of Hans-Dieter Rösler: Pioneer of digit ratio (2D:4D) research. *Psychological Reports*, 103, 899-916.

Bibliografia

- Voracek, M., & Loibl, L. M. (2009). Scientometric analysis and bibliography of digit ratio (2D:4D) research, 1998–2008. *Psychological Reports, 104*, 922-956.
- Voracek, M., Manning, J.T. & Dressler, S.G. (2007b). Repeatability and interobserver error of digit ratio (2D:4D) measurements made by experts. *American Journal of Human Biology, 19*(1), 142-6.
- Voracek, M., Manning, J. T. & Ponocny, I. (2005). Digit Ratio (2D:4D) in Homosexual and Heterosexual Men from Austria. *Archives of Sexual Behavior, 34*(3), 335-340.
- Voracek, M., Offenmüller, D. & Dressler, S. C. (2008). Sex Differences in Directional Asymmetry of Digit Length and its effects on Sex Differences in Digit Ratio (2D:4D). *Perceptual and Motor Skills, 107*(2), 576-586.
- Voracek, M., Pum, U. & Dressler, S. G. (2010a). Investigating digit ratio (2D:4D) in a highly male-dominated occupation: The case of firefighters. *Scandinavian Journal of Psychology, 51*, 146-156.
- Voracek, M., Reimer, B. & Dressler, S. G. (2010b). Digit ratio (2D:4D) predicts sporting success among female fencers independent from physical, experience, and personality factors. *Scandinavian Journal of Psychology, 20*, 853-860.
- Voracek, M., Reimer, B., Ertl, C. & Dressler, S. G. (2006). Digit ratio (2D:4D), lateral preferences, and performance in fencing. *Percept Mot Skills, 103*, 427-446.
- Voracek, M., Tran, U. S. & Dressler, S. G. (2010c). Digit ratio (2D:4D) and sensation seeking: New data and meta-analysis. *Personality and Individual Differences, 48*, 72-77.
- Vuoksimaa, E., Kaprio, J., Eriksson, C.J.P. & Rose, R. J. (2012). Pubertal testosterone predicts mental rotation performance of young adult males. *Psychoneuroendocrinology, 37*, 1791-1800.
- Weber, E. U., Blais, A.-R., & Betz, N. E. (2002). A domain-specific risk-attitude scale: Measuring risk perceptions and risk behaviors. *Journal of Behavioral Decision Making, 15*, 263-290.
- Weber, E., Woods, S. P., Cameron, M. V., Gibson, S. A. & Grant, I. (2010). Mental Rotation of Hands in HIV Infection: Neuropsychological Evidence of Dysfunction in Fronto-Striato-Parietal Networks. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences, 22*(1), 115-122.
- Weis, S. E., Firker, A. & Hennig, J. (2007). Associations between the second to fourth digit ratio and career interests. *Personality and Individual Differences, 43*, 485-493.

- Williams, J.H.G., Greenhalgh, K.D. & Manning, J.T. (2003). Second to fourth finger ratio and possible precursors of developmental psychopathology in preschool children. *Early Human Development*, 72, 57-65.
- Williams, T. J., Pepitone, M. E., Christensen, S. E., Cooke, B. M., Huberman, A.D. (2000). Finger-length ratios and sexual orientation. *Nature*, 404, 455-456.
- Wilson, P. H., Maruff, P., Butson, M. & Williams, J. (2004). Internal representation of movement in children with developmental coordination disorder: a mental rotation task. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 46(11), 754-759.
- Wong, W.I. & Hines, M. (2016). Interpreting digit ratio (2D:4D)–behavior correlations: 2D:4D sex difference, stability, and behavioral correlates and their replicability in young children. *Hormones and Behavior*, 78, 86-94.
- Xi, H., Li, M., Fan, Y. & Zha, L. (2014). A Comparison of Measurement Methods and Sexual Dimorphism for Digit Ratio (2D:4D) in Han Ethnicity. *Archives of Sexual Behavior*, 43, 329-333.
- Yan, R.H.Y., Malisch, J.L., Hannon, R.M., Hurd, P.L. & Garland, T. Jr. (2008). Selective Breeding for a Behavioral Trait Changes Digit Ratio. *PLoS ONE* 3(9), e3216.
- Yela, M. (1996). Mariano Yela: esbozo de autobiografía. In Milagros Saiz & Dolores Saiz (Eds.), *Personajes para una historia de la psicología en España*. Barcelona: Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 1996.
- Zacks, J. M., Gilliam, F. & Ojemanna, J. G. (2003). Selective disturbance of mental rotation by cortical stimulation. *Neuropsychologia* 41, 1659-1667.
- Zapf, A. C., Glindemann, L. A., Vogeley, K., Falter, C. M. (2015). Sex Differences in Mental Rotation and How They Add to the Understanding of Autism. *PLoS ONE*, 10(4), 1-10.
- Zheng, Z., & Cohn, M. J. (2011). Developmental basis of sexually dimorphic digit ratios. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 16289-16294.

Anexos

Anexo 1

Métodos, vantagens e inconvenientes.

Tal como referimos aquando da discussão do melhor método (ou, em rigor, o método menos imperfeito) para a medição, tão rigorosa quanto possível, dos comprimentos dos dedos, os vários métodos habitualmente utilizados contêm, todos eles, em maior ou menor grau, vantagens e inconvenientes. Apresentamos em seguida uma súmula daquilo que a literatura considera acerca dos diferentes métodos.

Medições diretas: relativamente a este método, Allaway *et al.* (2009) referem que apesar de a sua tendência mostrar um índice elevado de repetição, tais medições são também suscetíveis de um maior grau de dificuldade na sua execução, quer devido a possíveis movimentos das mãos, quer pela forma de distensão dos dedos. Sublinhando ainda que estes são aspetos menos positivos a considerar nas medições diretas, dado que obrigam também à consideração de tempos mais demorados para fazer a recolha dos elementos a obter nas medições. Outro aspeto ainda a considerar, é o facto de as médias do 2D:4D encontradas nas medições diretas, tenderem a revelar-se contraditórias com as médias do 2D:4D calculadas através das medições em fotocópias; sendo que, nas medições diretas, as médias têm tendência a ser mais elevadas, independentemente do sexo e a diferenciação em relação ao género sugere ser tendencialmente mais elevada quando o método utilizado é com recurso à fotocópia (para uma revisão mais extensa veja-se *e.g.* Manning *et al.*, 2005; Caswell & Manning, 2009).

No entanto, como já fizemos referência em páginas anteriores, outras limitações podem ser levantadas, como por exemplo, o facto de não haver controlo (apenas possível por observação do investigador) sobre a possibilidade de tais medições pertencerem efetivamente ao indivíduo que as relata (quando são feitas pelo próprio), impossibilitando, dessa forma, ter a certeza de que tal medição será de um elemento feminino ou masculino.

Medições através de fotocópias: no que respeita a este método, Caswell e Manning (2009) notaram a possibilidade de as diferenças encontradas entre essas duas técnicas (medição direta e por fotocópia), poderem estar relacionadas com as diferentes formas de almofadas de gordura existentes nas pontas dos dedos.

Outros aspetos: quanto à previsibilidade da existência de uma diferenciação sexual e de tal poder ser manifestada no 2D:4D, independentemente dos métodos de medição utilizados, Allaway *et al.* (2009) ao utilizarem as quatro técnicas para medição dos dedos (fotocópias, digitalizações impressas, medições físicas e assistidas por *software*), sugerem a existência de um dimorfismo sexual. No mesmo estudo, Allaway *et al.* (2009) recorrendo a métodos de *software*

assistido por computador, fotocópias e digitalizações impressas, relatam a obtenção de valores de 2D:4D mais baixos, tanto nos homens como nas mulheres, quando comparado com as medições físicas, o que vai ao encontro do que foi também relatado por Caswell e Manning (2009).

Outro aspeto a salientar, prende-se com o facto mais prosaico de que a utilização de digitalizações e fotocópias, para obtenção das medições, proporciona um menor tempo na recolha dos dados da amostra e uma utilização constante do material registado, geralmente, com uma qualidade muito precisa das imagens (Caswell & Manning, 2009; Manning *et al.*, 2005; Robinson & Manning, 2000; Voracek *et al.*, 2005; Voracek, Manning & Dressler, 2007b).

Porém e apesar de alguns autores, como por exemplo Manning *et al.* (2002, 2005), terem sugerido a utilização das fotocópias, em artigos mais recentes, esses mesmos autores alertam para o facto de que nas fotocópias, a pressão que se possa fazer contra a superfície do vidro, poderá fazer com que as diferentes almofadas de gordura existentes nas pontas dos dedos se espalhem. Segundo os mesmos autores, quando tal acontece, poderá acontecer que no quarto e quinto dedo surjam tamanhos maiores e pelo contrário tamanhos menores no segundo e terceiro dedo. Para além disso, outras desvantagens têm sido mencionadas, entre as quais, a possibilidade de se obter uma imagem distorcida, dado que a fotocópia de um dedo transforma um objeto tridimensional num objeto bidimensional. É ainda sugerido que o grau de distorção da imagem pode diversificar entre os dedos, que são distintos na forma, entre homens e mulheres e entre a mão direita e a esquerda; e podendo a distorção da imagem afetar tanto o 2D:4D, como a diferença entre os *ratios* das mãos direita e esquerda (Dr-I). Manning e colaboradores acrescentam ainda que o método das fotocópias não controla os efeitos robustos da etnia sobre o 2D:4D (*e.g.* Manning *et al.*, 2000; Manning *et al.*, 2007). Por fim, uma última desvantagem apontada a tal método sobrevém do facto do equipamento utilizado, geralmente, não ser transportável (ver por exemplo Burris, Little & Nelson, 2007; Manning *et al.*, 2005).

Anexo 2

Tabela A1a: Sexo Feminino

Descritivas								
2D:4D Mão Direita								
	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
					Limite inferior	Limite superior		
Saúde	90	,98587	,029930	,003155	,97960	,99214	,919	1,058
Engenharias	8	,99763	,039286	,013890	,96478	1,03047	,941	1,055
Económicas	27	,97944	,042663	,008210	,96257	,99632	,858	1,073
Total	125	,98523	,033604	,003006	,97928	,99118	,858	1,073

Tabela A1b: Sexo Feminino

ANOVA					
2D:4D Mão Direita					
	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre Grupos	,002	2	,001	,960	,386
Nos grupos	,138	122	,001		
Total	,140	124			

Tabela A1c: Sexo Feminino

Descritivas								
2D:4D Mão Esquerda								
	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
					Limite inferior	Limite superior		
Saúde	90	,97820	,032933	,003471	,97130	,98510	,905	1,105
Engenharias	8	,96838	,029213	,010328	,94395	,99280	,909	,998
Económicas	27	,96844	,039091	,007523	,95298	,98391	,866	1,030
Total	125	,97546	,034153	,003055	,96942	,98151	,866	1,105

Anexo 2

Tabela A1d: Sexo Feminino

ANOVA

2D:4D Mão Esquerda

	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre Grupos	,002	2	,001	1,032	,359
Nos grupos	,142	122	,001		
Total	,145	124			

Tabela A2a: Sexo Masculino

Descritivas

2D:4D Mão Direita

	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
					Limite inferior	Limite superior		
Saúde	53	,96983	,040597	,005576	,95864	,98102	,816	1,041
Engenharias	51	,95953	,032081	,004492	,95051	,96855	,883	1,037
Económicas	20	,95060	,029168	,006522	,93695	,96425	,880	1,012
Outros	3	,94900	,034598	,019975	,86305	1,03495	,913	,982
Total	127	,96217	,035899	,003186	,95587	,96848	,816	1,041

Tabela A2b: Sexo Masculino

ANOVA

2D:4D Mão Direita

	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre Grupos	,007	3	,002	1,754	,159
Nos grupos	,156	123	,001		
Total	,162	126			

Tabela A2c: Sexo Masculino

Descritivas

2D:4D Mão Esquerda

	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
					Limite inferior	Limite superior		
Saúde	53	,95391	,040686	,005589	,94269	,96512	,813	1,015
Engenharias	51	,95124	,031048	,004348	,94250	,95997	,885	1,018
Económicas	20	,93735	,035595	,007959	,92069	,95401	,885	,985
Outros	3	,93100	,044508	,025697	,82043	1,04157	,887	,976
Total	127	,94969	,036457	,003235	,94328	,95609	,813	1,018

Tabela A2d: Sexo Masculino

ANOVA

2D:4D Mão Esquerda

	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre Grupos	,005	3	,002	1,303	,277
Nos grupos	,162	123	,001		
Total	,167	126			

Anexo 3

Sumarização de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Desempenho em termos de acertos é a mesma entre as categorias de Sexo.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,000	Rejeitar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Anexo 4

Sumarização de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de Desempenho em termos de tempo é a mesma entre as categorias de Sexo.	Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes	,704	Reter a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Anexo 5

Percentagem de participantes femininas por área

	Frequência	Percentagem	Percentagem válida	Percentagem cumulativa
Saúde	90	72.0	72.0	72.0
Engenharias	8	6.4	6.4	78.4
Económicas	27	21.6	21.6	100.0
Total	125	100.0	100.0	
