



Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação  
Universidade de Coimbra

***Ratio 2D:4D e capacidades cognitivas: possíveis relações***  
**Estudo preliminar com alunos do ensino básico (1.º, 2.º e 3.º ciclo)**

Mestrado em Psicologia  
Área de Especialização em Psicologia do Desenvolvimento

Susana Isabel Igreja Pereira

Coimbra, 2011

Dissertação de Mestrado em Psicologia, área de especialização em Psicologia do Desenvolvimento, apresentada à Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra, sob a orientação do Professor Doutor Pedro Urbano.

Agradeço a todos quantos tornaram possível a realização deste trabalho:

A todos os docentes do Mestrado de Psicologia do Desenvolvimento, que leccionaram no ano lectivo 2008/2009.

Ao Director do Agrupamento de Escolas do Peso da Régua, Dr. Paulo Renato Lamas, e sua equipa.

A todos quantos participaram neste estudo e respectivos Encarregados de Educação.

Aos amigos Mariana, Pedro, Rute David, Lee, Ben, Dora, Vanessa e Rute Gonçalves.

Em especial,

Ao Professor Doutor Pedro Urbano, pelas qualidades indubitáveis enquanto docente e orientador. Obrigada por todas as recomendações, constante incentivo, liberdade de acção e confiança.

Aos meus pais, irmã, Laurinha e Ritinha, por todo o amor, carinho, suporte e palavras de incentivo ao longo destes anos.

## ÍNDICE

Resumo .....	15
Introdução .....	20

### Parte I – Revisão Teórica

#### **CAPÍTULO I – Esteróides sexuais pré-natais e capacidades cognitivas ..... 23**

1. Introdução e posição do problema .....	23
---	----

#### **CAPÍTULO II – *Ratio* 2D:4D..... 47**

1. Introdução e breve historial.....	40
2. Principais características .....	43
3. <i>Ratio</i> 2D:4D noutras espécies .....	45
3.1. Primatas.....	45
3.2. Não-primatas .....	47
4. Validação enquanto possível biomarcador.....	51
5. Determinação e estabilidade.....	53
6. Génese .....	58
6.1. Factores hereditários .....	58
6.2. Factores ambientais.....	65
7. Métodos de medição.....	71
8. Possíveis relações com traços psicológicos .....	79
8.1. Capacidades Cognitivas.....	87

8.1.1. Capacidades Espaciais .....	87
8.1.2. <i>Ratio</i> 2D:4D e Capacidades Numéricas .....	
8.1.3. Capacidades Verbais.....	93
<hr/>	
8.2. Personalidade	
8.3. Perturbações psicológicas	
8.3.1. Perturbações do desenvolvimento	
8.3.2. Perturbação de Identidade de Género	
8.3.3. Outras perturbações	
8.4. Orientação sexual	
8.5. Interesses Vocacionais	
8.6. Lateralidade	
9. Possíveis utilizações noutras áreas .....	87
10. Críticas e contestação .....	91

## *Parte II - Contributo Pessoal*

### **CAPÍTULO III – Objectivos e Metodologia de Investigação ..... 115**

1. Conceptualização do Estudo Empírico, Objectivos e Metodologia de Investigação .....	115
<hr/>	
1.1 Fundamentação e Objectivos .....	115
1.2 Conceptualização da Investigação .....	117
2. Metodologia .....	117
2.1 Amostragem.....	117
2.1.1 Recolha da Amostra e Procedimentos da Recolha de Dados.....	118
2.1.1.1 Estudo 1– Rácios e Inteligência Global .....	119
2.1.1.2 Variáveis e Instrumentos de Medida.....	122
2.1.2.1 Estudo 2 –Rácios e Capacidades Cognitivas Diferenciais.....	124
2.1.2.2 Variáveis e instrumentos de medida .....	125
3. Cotação dos dados obtidos através da Parte Inicial do Protocolo.....	126
4. Tratamento estatístico dos dados .....	127

### **CAPÍTULO IV – Resultados ..... 129**

1. ESTUDO 1: Análise da relação entre o <i>ratio</i> 2D:4D e os resultados obtidos na WISC.....	130
1.1 Categorização dos <i>ratios</i> – Geral.....	131
1.2 Categorização dos <i>ratios</i> – Raparigas .....	134
1.3 Categorização dos <i>ratios</i> – Rapazes .....	134
1.4 Análise estatística .....	133
2. ESTUDO 2: Análise da relação entre o <i>ratio</i> 2D:4D e os resultados obtidos na BPRD .....	139
2.1 Categorização dos <i>ratios</i> - Geral.....	141
2.2 Categorização dos <i>ratios</i> - Raparigas .....	143
2.2 Categorização dos <i>ratios</i> - Rapazes .....	146
2.3 Análises estatísticas .....	147
<b>CAPÍTULO V – Discussão dos resultados e conclusões .....</b>	<b>149</b>
<hr/>	
<b>Bibliografia.....</b>	<b>155</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>169</b>

## ÍNDICE DE QUADROS E FIGURAS

### Quadros

<b>Quadro 1.</b> Distribuição da amostra pelas escolas .....	119
<b>Quadro 2.</b> Média de Idades da Amostra Total.....	120
<b>Quadro 3.</b> Sexo da Amostra Total .....	120
<b>Quadro 4.</b> Ano de Escolaridade da Amostra Total.....	121
<b>Quadro 5.</b> Lateralidade dos sujeitos da Amostra Total.....	121
<b>Quadro 6.</b> Instrumentos, Objectivos e Variáveis Avaliadas .....	123
<b>Quadro 7.</b> Média das idades da Amostra Total .....	124
<b>Quadro 8.</b> Sexo da Amostra Total .....	124
<b>Quadro 9.</b> Lateralidade dos Sujeitos da Amostra Total.....	124
<b>Quadro 10.</b> Instrumentos, Objectivos e Variáveis Avaliadas .....	125
<b>Quadro 11.</b> Consistência Interna do Questionário.....	129
<b>Quadro 12.</b> Resultados Médios dos <i>Ratios</i> Físicos e das Mãos Digitalizadas, Direito e Esquerdo...	130
<b>Quadro 13.</b> Média dos Rácios Direitos e Esquerdos .....	130
<b>Quadro 14.</b> Valores Médios da Escala e índices da WISC.....	131
<b>Quadro 15.</b> Categorização do <i>Ratio</i> Esquerdo.....	133
<b>Quadro 16.</b> Categorização do <i>Ratio</i> Direito .....	133
<b>Quadro 17.</b> Resultados Médios dos <i>Ratios</i> Físicos e das Mãos Digitalizadas, Direito e Esquerdo das Raparigas.....	133
<b>Quadro 18.</b> Média dos <i>Ratios</i> Direitos e Esquerdos .....	133
<b>Quadro 19.</b> Valores médios das Escala e Índices da WISC .....	134
<b>Quadro 20.</b> Categorização do <i>Ratio</i> Esquerdo.....	134
<b>Quadro 21.</b> Categorização do <i>Ratio</i> Direito .....	135
<b>Quadro 22.</b> Resultados médios dos <i>Ratios</i> , Físicos e das Mãos Digitalizadas, Direito e Esquerdo, nos Rapazes .....	135
<b>Quadro 23.</b> Média dos <i>Ratios</i> Direitos e Esquerdos .....	136
<b>Quadro 24.</b> Valores médios das Escalas e Índices da WISC-III.....	136
<b>Quadro 25.</b> Categorização do <i>Ratio</i> Esquerdo.....	137
<b>Quadro 26.</b> Categorização do <i>Ratio</i> Direito .....	137

<b>Quadro 27.</b> Resultados Médios dos <i>Ratios</i> , Físicos e das Mão Digitalizadas, Direito e Esquerdo ...	139
<b>Quadro 28.</b> Média dos <i>Ratios</i> , Físicos e das Mãos Digitalizadas, Direitos e Esquerdos.....	140
<b>Quadro 29.</b> Valores médios das Provas da BPRD.....	140
<b>Quadro 30.</b> Categorização do <i>Ratio</i> Esquerdo.....	141
<b>Quadro 31.</b> Categorização do <i>Ratio</i> Direito .....	141
<b>Quadro 32.</b> Resultados Médios dos <i>Ratios</i> Físicos e das Mãos Digitalizadas, Direitos e Esquerdos, nas Raparigas .....	142
<b>Quadro 33.</b> Média dos <i>Ratios</i> , Direitos e Esquerdos .....	142
<b>Quadro 34.</b> Valores médios das Provas da BPRD.....	143
<b>Quadro 35.</b> Categorização do <i>Ratio</i> Esquerdo.....	143
<b>Quadro 36.</b> Categorização do <i>Ratio</i> Direito .....	144
<b>Quadro 37.</b> Resultados Médios dos <i>Ratios</i> , Físicos e das Mãos Digitalizadas, Direitos e Esquerdos, nos Rapazes .....	144
<b>Quadro 38.</b> Média dos <i>Ratios</i> , Direitos e Esquerdos .....	145
<b>Quadro 39.</b> Valores médios das Provas da BPRD.....	145
<b>Quadro 40.</b> Categorização do <i>Ratio</i> Esquerdo.....	146
<b>Quadro 41.</b> Categorização do <i>Ratio</i> Direito .....	146
<b>Quadro 42.</b> Diferença de Médias (teste U de Mann-Whitney) nas provas AR e Mr da BPRD de acordo com o sexo dos sujeitos .....	148

## FIGURAS

**Figura 1.** Exemplos de *ratio* 2D:4D  $<1$  (à esquerda) e  $\geq 1$  (à direita)

**Figura 2.** Medições do 2D e 4D .....72

**Figura 3.** Paquímetro digital.....73

## RESUMO

O *ratio* (ou razão) entre os comprimentos dos dedos indicador e anelar (*ratio* 2D:4D) tem sido estudado como um putativo biomarcador na espécie humana da exposição às hormonas sexuais durante o período pré-natal cujos efeitos organizacionais sobre o desenvolvimento cerebral são cada vez mais aceites e conhecidos. Estando correlacionado negativamente com a testosterona e positivamente com o estrogénio, tal marcador manifesta-se de forma simples e facilmente mensurável, de forma não-invasiva (sujeitos expostos a quantidades elevadas de testosterona pré-natal, e mais baixas de estrogénio, tenderão a exhibir *ratios* 2D:4D inferiores à unidade, enquanto que sujeitos expostos a quantidades inversas destas hormonas, tenderão a exhibir *ratios* 2D:4D  $\geq 1$ ), o que o torna desde logo um traço anatómico sexualmente dimórfico (em média, os homens exibem *ratios* 2D:4D mais pequenos do que as mulheres) e o que tem levado a ser bastante utilizado no estudo de diversas variáveis influenciadas hormonalmente, ou sexualmente dimórficas, sendo as suas relações mais consistentes para a mão direita. Na presente dissertação, pretendeu-se analisar de forma preliminar e exploratória possíveis diferenças sexuais no *ratio* 2D:4D e avaliar possíveis diferenças entre sujeitos avaliados através da WISC-III (*Estudo 1*) e através da BPRD (*Estudo 2*), distinguindo-se sujeitos com *ratio* 2D:4D  $< 1$  e com *ratio* 2D:4D  $\geq 1$ ; possíveis diferenças que foram também analisadas entre os indivíduos do sexo feminino e masculino. No *Estudo 1*, não se verificaram diferenças entre os subgrupos *ratio* 2D:4D  $< 1$  e 2D:4D  $\geq 1$ , nem entre sexos. No *Estudo 2*, também não se verificaram diferenças nas capacidades cognitivas diferenciais, entre os mesmo subgrupos, embora se tenham verificado diferenças entre sexos, estatisticamente significativas, para as provas do raciocínio abstracto e raciocínio mecânico, com as raparigas a pontuarem mais alto. Em ambos os estudos, verificou-se que as raparigas apresentavam *ratios* maiores do que os rapazes, em ambas as mãos, excepto, no *ratio* da mão esquerda, no *Estudo 1* (embora tal diferença não se apresente estatisticamente significativa).

Palavras-chave: *ratio* 2D:4D, testosterona pré-natal, estrogénio pré-natal, inteligência global, capacidades cognitivas diferenciais, sexos.

## ABSTRACT

The *ratio* between the index (2D) and the ring fingers (4D) – the 2D:4D *ratio* – has been shown to be a marker of the exposure to sexual hormones during the prenatal period (hormones that influence cerebral development), and correlated negatively with testosterone and positively with oestrogen. Similarly, individuals exposed to high quantities of testosterone and lower quantities of oestrogen, in the prenatal period, show  $2D:4D < 1$  *ratios*; and, individuals exposed to inversed levels of these hormones show  $2D:4D \geq 1$  *ratios*. Therefore, on average, men show smaller 2D:4D *ratios* than women. The 2D:4D *ratio* has often been used in the study of several hormonally influenced variables, including sexually-dimorphic variables, and the links between them has been shown to be more consistent for the right hand. The present study was conducted to analyse sexual differences in the 2D:4D *ratio* and to evaluate possible differences in general intelligence (study one) and in some of the differential cognitive capacities (study two), between individuals with  $2D:4D < 1$  *ratio* and individuals with  $2D:4D \geq 1$  *ratio*. The possible differences in the general intelligence (study one) and in some of the differential cognitive capacities (study two) were also analysed between sexes. In study one, WISC-III was used and in study two BPRD was used. In study one, no differences at the level of the general intelligence were verified between  $2D:4D < 1$  and  $2D:4D \geq 1$  *ratios*, nor between sexes. In study two, differences in the differential cognitive capacities were also not verified between  $2D:4D < 1$  and  $2D:4D \geq 1$  *ratios*, but statistically significant differences between sexes were verified for the “abstract” and “mechanical” reasoning tests, with girls scoring higher. For both studies, it was verified that girls obtained higher ratios than boys, for both hands, except in the *ratio* for the left hand in study one (although this difference is not statistically significant).

Keywords: 2D:4D *ratios*, prenatal testosterone, prenatal oestrogen; general intelligence; differential cognitive capacities, sexes.

## INTRODUÇÃO

De investigações recentes, algumas realizadas no âmbito da Psicologia do Desenvolvimento, tem emergido uma tendência, expressa através do que parece ser uma correlação (genericamente) curvilínea entre as quantidades fetais de hormonas ou esteróides sexuais e o desempenho cognitivo: ao que tudo indica (sem que no entanto se possa estabelecer uma relação de causa-efeito), níveis mais elevados de uma tendem a associar-se a um maior desempenho do outro; e vice-versa. Tais investigações, de algum modo, sucederam-se a investigações que tinham previamente apontado para a existência de diversos efeitos dos níveis pré-natais das hormonas sexuais sobre o cérebro, que, por sua vez, vieram pôr à prova a chamada «Hipótese Geschwind-Galaburda» (ou «Modelo Geschwind-Behan-Galaburda»), que postulava durante a década de 1980 crescerem os hemisférios cerebrais a diferentes ritmos, dependendo cada qual do período de tempo à exposição do androgénio (mais concretamente: níveis pré-natais elevados de testosterona reduzirão o crescimento de certas áreas do hemisfério esquerdo, facultando, em simultâneo, o crescimento das áreas homólogas do hemisfério direito). Do conjunto de tais investigações, poder-se-á afirmar, de forma simplista (e sob diversas cauções), que sujeitos expostos a quantidades elevadas de testosterona fetal tenderão a exhibir pontuações superiores nas tarefas que envolvem capacidades espaciais e numéricas, características do hemisfério direito; enquanto que, simetricamente, sujeitos expostos a quantidades reduzidas da mesma hormona, tenderão a obter pontuações mais elevadas nas provas referentes às capacidades verbais. E, de facto, têm surgido diversos estudos nos últimos anos, a apoiar a proposição genérica de que uma maior quantidade de testosterona pré-natal irá manifestar-se no desenvolvimento diferencial das capacidades espaciais e numéricas em relação às capacidades verbais (veja-se *e.g.* Collaer e Hines, 1995; veja-se também, Kallai, 2005).

É importante realçar desde já que, apesar dos resultados obtidos por muita da investigação recente irem, *grosso modo*, nesse sentido, persistem muitas dúvidas e questões por res-

ponder nesta matéria; o que em parte se deve à restrição ética, e óbvia, da administração experimental de hormonas em seres humanos, particularmente durante o desenvolvimento embrionário ou fetal (Collaer & Hines, 1995). É, justamente, para colmatar tal restrição, que se tem utilizado nas últimas décadas variadas abordagens alternativas, tais como a observação do desempenho diferencial entre sexos, a utilização de amostras de sujeitos expostos a níveis hormonais anómalos, a análise hormonal do líquido amniótico, do sangue do cordão umbilical e do sangue materno durante a gravidez, o recurso a amostras de gémeos dizigóticos, os estudos com animais de laboratório e, mais recentemente, o *ratio* 2D:4D — quociente ou razão entre os comprimentos do segundo e quarto dedos, respectivamente.

Efectivamente, um número crescente de estudos focando os possíveis efeitos dos níveis fetais de hormonas sexuais, tem sugerido que, em ambos os sexos, os comprimentos do segundo e quarto dedos de ambas as mãos tendem a exibir uma relação, respectivamente, negativa e positiva com a testosterona fetal; e que as relações entre os comprimentos dos referidos dedos com o estrogénio são inversas, ou seja, positiva e negativa, respectivamente. Dito por outras palavras: o *ratio* 2D:4D tende a estar correlacionado negativamente com os níveis pré-natais de testosterona e positivamente com os níveis pré-natais de estrogénio — correlação que tem vindo a ser encontrada, também, noutras espécies animais. Sendo os fetos masculinos expostos (exceptuando eventuais situações anómalas) a níveis mais elevados de testosterona, os homens tendem concretamente a exibir um quarto dígito mais longo, o que se traduz em *ratios* 2D:4D comparativamente mais baixos (e inferiores à unidade); por seu lado, as mulheres tendem a desenvolver um dedo indicador mais longo, de comprimento igual ou superior ao do dedo anelar, o que se traduz em *ratios* 2D:4D (comparativamente) elevados, iguais ou superiores à unidade (e.g. Baley & Hurd, 2005; Fink *et al.*, 2004a; Lippa, 2003; Manning *et al.* 1998, 2002; 2002, 2003). (Contudo, refira-se desde já que existem variações dentro de cada sexo, reportando a literatura situações de homens com *ratios* 2D:4D «feminilizados» e, inversamente, mulheres com *ratios* 2D:4D «masculinizados».)

Muito sinteticamente, por outro lado, as investigações que têm utilizado o *ratio* 2D:4D para examinar o possível papel da testosterona fetal sobre o desenvolvimento das capacidades cognitivas, sobretudo espaciais e verbais, têm revelado uma relação moderada ou inconsistente entre as duas variáveis, tanto em homens como em mulheres. A título meramente ilustrativo, Putz *et al.* (2004) encontraram uma correlação significativa entre a fluência verbal e o *ratio* 2D:4D, mas apenas em homens; Luxen e Buunk (2005) obtiveram uma relação entre o *ratio* 2D:4D da mão direita e a inteligência verbal e numérica, em indivíduos de ambos os

géneros; e Henninfer e Hafetz (2005), utilizando uma amostra escolar, reportam desempenhos diferenciais entre os sexos, mostrando os rapazes (representado os valores mais baixos no *ratio* dos dedos) melhores pontuações em testes de rotação mental; e as raparigas (representando a tendência inversa) resultados mais elevados nas provas fluência verbal.

Enfim, um número crescente (e actualmente considerável) de projectos de investigação, reforçando a proposição de que o *ratio* 2D:4D é um biomarcador (putativo) indirecto da acção da testosterona pré-natal e dos seus efeitos organizacionais de «masculinização», tem estendido o seu campo de (putativa) acção para além do desenvolvimento cerebral, a outras dimensões como o comportamento e a configuração anatómica do corpo, pretendendo que tal *ratio* esteja relacionado com diversos traços e fenótipos, dependentes do sexo e influenciados pelas hormonas (para além das capacidades cognitivas) como, por exemplo, o tipo de personalidade, a orientação sexual, a fertilidade ou as aptidões desportivas; e, neste âmbito, o *ratio* tem vindo a ser utilizado em áreas (e sub-áreas) para além da Psicologia ou da Medicina. Devendo notar-se que parte da sua «popularidade» actual nas diferentes áreas tem a ver com a sua simplicidade de utilização e com o facto, sublinhado por alguns autores, de oferecer vantagens práticas como (em especial) permitir ser reiteradamente medido, de forma fácil e fiável, em numerosos sujeitos, em idades tardias e em contextos não-clínicos, permitindo amostras maiores, mais controladas e mais representativas (McIntyre, 2006). De igual modo, deve ser reforçado já, nestas palavras introdutórias, que não obstante o *ratio* 2D:4D ser considerado, por muitos autores, um conceito original para a investigação, é igualmente criticado por outros, que lhe apontam a existência de inconsistências empíricas e a ausência de fundamentação teórica sólida que corrobore a sua validade enquanto «janela exacta» da exposição às hormonas sexuais pré-natais (Fink *et al.*, 2004a).

O presente trabalho é composto por duas partes: uma revisão da literatura e um estudo empírico, de carácter exploratório. A primeira parte divide-se, por sua vez, em dois capítulos, o primeiro dos quais dedicado ao tema mais global dos possíveis efeitos das hormonas ou esteróides (termos utilizados indistintamente ao longo desta dissertação) sexuais pré-natais e imediatamente pós-natais sobre o desenvolvimento cerebral e, nesse âmbito, sobre o possível desenvolvimento diferencial das capacidades cognitivas. O segundo capítulo, por seu lado, é consagrado exclusivamente ao *ratio* 2D:4D, entendido como uma de várias estratégias indirectas para estudar os efeitos (sumariamente) descritos no primeiro capítulo. Nesse âmbito, procurar-se-á apresentar e definir o conceito, ao mesmo tempo que se traçarão breves apontamentos históricos; referir-se-ão igualmente as suas principais características e far-se-á uma

breve revisão da literatura incidindo sobre outros aspectos, como os estudos efectuados em outras espécies, a sua validação enquanto conceito, os tipos de medições utilizados e as suas possíveis relações com outras variáveis associadas a hormonas sexuais (nomeadamente, as capacidades cognitivas); referindo-se por fim aspectos críticos e limitações ou mesmo da sua utilização enquanto instrumento científico.

A segunda parte subdivide-se em três secções: na primeira, é apresentado o estudo empírico efectuado, após algumas considerações preambulares sobre a metodologia empregue, em contraste com os tipos de estudo mais usuais em Psicologia científica; na segunda apresentam-se os principais resultados obtidos, que são sintetizados e discutidos na terceira e última parte, onde se procura além disso contextualizar tais resultados, não obstante a sua modestia, com os resultados reportados na literatura; apresentando-se por fim uma breve reflexão final e algumas sugestões para estudos futuros.

Parte I

**REVISÃO TEÓRICA**

# I. Esteróides sexuais pré-natais e capacidades cognitivas

## 1. INTRODUÇÃO E POSIÇÃO DO PROBLEMA

É grande e antiga a tentação de tirar conclusões para aquilo que não se vê, que não se pode tocar ou medir, a partir daquilo que é visível, tangível ou mensurável. Tentações que por vezes é, ou foi (historicamente), apenas ingénua, ou resultou de pura ignorância, mas que muitas vezes não é, nem foi, totalmente legítima ou inteiramente honesta. Poder-se-ia incluir nessa tendência, a mero título de ilustração, vários exemplos clássicos retirados das ciências naturais — o eclodir de um relâmpago, o electro-magnetismo — traduzindo sobretudo ingenuidade ou estados incipientes de conhecimentos. Ou, no mesmo âmbito e no que diz respeito às ciências da vida, aquele que deverá ser um dos mais significativos exemplos: a tentação de relacionar o tamanho da caixa craniana ou do cérebro (o seu volume, o seu peso) com aquilo que se convencionou chamar a inteligência e a, por assim dizer, sua (putativa) quantidade. Poder-se-ia igualmente incluir a frenologia, como exemplo daquilo que veio a ser considerado claramente uma pseudo-ciência e, acima de tudo, como exemplo das relações potencialmente perigosas e eventualmente dolosas entre conhecimento, pseudo-conhecimento e políticas sociais.

Embora tal questão não seja, de modo nenhum, o objecto da presente dissertação, não será nunca fácil, se é que possível, extrair mais do que conclusões básicas ou elementares sobre os processos de algum modo invisíveis a partir de características visíveis; pelo menos no que diz respeito às ciências da vida. Metaforicamente falando, e ainda a título de exemplo, o sonho de deduzir grandes extensões de informação do genótipo de um indivíduo a partir da observação, por muito detalhada que seja, do seu fenótipo deverá permanecer isso mesmo, um sonho.

Tal não significa porém que a utilização de medições directas, como forma de obter (por exemplo) índices, seja vã, inútil ou ilegítima; ou que deva ser simplesmente eliminada, quer para efeitos de pesquisa científica, quer para efeitos de aplicações meramente pragmáticas. Posta a questão em termos simples e simplistas: tudo depende da utilização que se faça de tais medições.

No caso concreto das ciências da vida, poder-se-á argumentar que para efeitos meramente práticos, as medidas antropométricas podem ser (por exemplo) úteis, e são efectivamente utilizadas nesse contexto, para o acompanhamento pediátrico do desenvolvimento infantil. De igual modo, a correlação entre peso e altura é uma forma rápida, ainda que sujeita a diversas cauções, de se obter um índice (o índice de massa corporal) que poderá ter alguma utilidade no rastreio de situações de subnutrição ou de obesidade. Da mesma forma, ainda, que a relação entre a medida da cintura e das ancas, também sujeita a cauções várias, será um indicador indirecto da quantidade de gordura visceral. (E outros exemplos poderiam ser dados.)

O mesmo se poderá argumentar para efeitos de investigação científica: as medições directas poderão, ou não, ser uma forma (intrinsecamente imperfeita) de obter indicadores, necessariamente indirectos (necessariamente sujeitos a caução), especialmente em todas as situações nas quais não seja de todo possível, ou somente exequível, proceder de outra forma. Ou poderão também, sobretudo face a objectos de estudo relativamente recentes ou sobre os quais exista ainda um notável desconhecimento, dar origem a novas pistas, a novas hipóteses, a novos *problemas*.

Assim como poderão dar origem a *conjecturas*, adoptando neste ponto e por completo a perspectiva popperiana, segundo a qual o verdadeiro método da Ciência não é a indução: «O verdadeiro método da Ciência consiste em operar com conjecturas: em saltar para conclusões, muitas vezes após uma única observação [...]» (Popper, 1953: 82). Conjecturas que surgem para tentar dar resposta a problemas; conjecturas que terão, obviamente, que ser sujeitas a exame, a verificação. A Ciência, insiste Popper, não começa pela colecção de observações, nem pela invenção de experiências (*ibidem*, 78): «As ciências naturais, bem como as ciências sociais, começam sempre com *problemas*, pelo facto de algo nos causar *espanto*, como os filósofos gregos costumavam dizer» (Popper, 1972: 17; sublinhados no original).

Nesse sentido, as medidas antropométricas (entre outras) poderão ser bem-vindas, para efeitos de investigação científica: como fontes de problemas, de conjecturas ou, em última análise, de conhecimento. É ainda Popper (1960) quem afirma que «não há fontes últimas do conhecimento. Todas as fontes, todas as sugestões, são bem-vindas; e todas as fontes, todas as

sugestões, estão abertas a um exame crítico» (p. 48). Ou, dito de uma outra forma: «o importante numa teoria é o seu poder explicativo e a sua capacidade e resistência à crítica e aos testes a que é submetida. A questão da sua origem, de como se chegou a ela [...] pode ser extremamente interessante, em especial para o biógrafo do inventor dessa teoria, mas pouco tem a ver com o seu estatuto ou carácter científico» (1958; 195).

Ainda que muito brevemente (e muito imperfeitamente) esboçada, não deverá ser necessário enfatizar que esta questão é de uma importância crucial em Epistemologia. Ou, por outro lado, que se trata de uma questão que *a priori* nada teria a ver com o objecto da presente dissertação. Contudo, a questão de fundo desta dissertação, não obstante toda a irrelevância do estudo que daí veio a decorrer, insere-se numa tendência significativa do actual estudo da inteligência e das capacidades cognitivas: o interesse pelos possíveis efeitos, organizacionais ou activacionais, das hormonas ou esteróides sexuais, pré- ou pós-natais, no cérebro. E nesse âmbito, como adiante se verá, é muitas vezes (e foi, efectivamente) necessário recorrer-se a técnicas ou métodos indirectos de observação, uma vez que os métodos directos não são, com frequência, possíveis, por questões variadas, incluindo as simples mas óbvias restrições éticas.

Os sistemas (hormonais) endócrinos, justamente, tal como recordam Knickmeyer e Baron-Cohen (2006a; 2006b), estão envolvidos em todos os aspectos 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 embrionico e fetal. Por outro lado, insistem os mesmos autores (2006b), experiências realizadas em animais mostram que os esteróides sexuais (em especial os andrógenos e os estrógenos) são essenciais para a diferenciação sexual, quer do corpo quer do cérebro; podendo os seus efeitos ser permanentes e ocorrer muito cedo (i.é, intra-uterinamente) no desenvolvimento do indivíduo, nomeadamente em períodos críticos, nos quais os tecidos podem ser modificados por influências ambientais; ou ser transitórios, ocorrendo numa fase posterior do desenvolvimento e podendo, eventualmente, sobrepor-se aos anteriores. (Chamar-se-á efeitos organizacionais aos primeiros e activacionais aos segundos. 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.)

Se a estes dados se juntarem outros dados da investigação corrente, em particular a aceitação (cada vez mais consensual) da existência de diferenças entre homens e mulheres 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 *et al.*, 2006), sustentam que a testosterona fetal afecta a anatomia do cérebro (incluindo o hipotálamo, o sistema límbico e o neo-cortex), afectando também comportamentos (como a agressão) e capacidades cognitivas *sexualmente dimórficos* (como o raciocínio espacial), não é de admirar o grande interesse e actividade que se tem vindo a verificar nesta área. Mais especificamente, não é de admirar, como referem (por exemplo) Kempel *et al.* (2005) o surgimento nos últimos anos de numerosos estudos procurando averiguar possíveis relações entre as quantidades fetais de hormonas sexuais e o desempenho cognitivo. Estudos esses que começam por se inscrever no paradigma geral (ou seja, a hipótese da existência de efeitos dos esteróides sexuais peri-natais 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 tendem a associarem-se a um maior desempenho do outro; e vice-versa<sup>1</sup>.

Parece ser ainda demasiado cedo para se traçar 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 elevado de novos estudos, novas linhas de investigação, novas hipóteses, e novas conjecturas acerca dos possíveis efeitos dos esteróides sexuais peri-natais no desenvolvimento do cérebro; ou, naquilo que mais directamente diz respeito a esta dissertação, dos possíveis efeitos da testosterona fetal no desenvolvimento das capacidades cognitivas. O método de medir o comprimento dos dedos das mãos (extraíndo 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. É, além disso, uma pista de investigação relativamente recente — surgiu, na presente forma, há pouco mais de uma década. E é, acima de tudo, enquanto forma indirecta e instrumental de atingir (eventualmente) o conhecimento de algo, um método necessariamente imperfeito e obrigatoriamente sujeito a diversas cauções.

Como se verá, tem sido alvo de diversas críticas e tem, por vezes, gerado resultados negativos, inconsistentes ou mesmo discutíveis. Mas o mesmo sucede, em graus diferentes,

---

<sup>1</sup> 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. O assunto será desenvolvido adiante.

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, comportamentais ou cognitivas, do sujeito humano e das suas possíveis relações com a testosterona fetal.

## 2. A «HIPÓTESE GESCHWIND-GALABURDA» E O «MODELO GBG»

Não é objectivo desta revisão bibliográfica efectuar uma resenha histórica do estudo dos possíveis efeitos dos esteróides sexuais peri-natais (em particular, da testosterona fetal) no desenvolvimento do cérebro (em particular, das capacidades cognitivas). Pretende-se apenas contextualizar, fundamentar e justificar a utilização de uma estratégia possível para esse estudo, a qual estratégia, como se acabou de afirmar, é indirecta e consiste na medida dos dedos da mão, mais exactamente do dedo indicador e dedo anelar, e no estabelecimento de uma razão (ou quociente) entre os respectivos comprimentos; razão essa comumente designada por «*ratio* 2D:4D» e que, como se verá adiante, é apontada (por numerosa literatura) como sendo um biomarcador putativo da testosterona fetal.

No entanto, a denominada «Hipótese Geschwind-Galaburda» reveste-se neste âmbito de uma importância particular; desde logo porque, de algum modo, foi a pedra-de-toque de numerosos estudos que têm vindo a ser efectuados nesta área; mas sobretudo porque muitas das pesquisas efectuadas sobre o *ratio* 2D:4D se apoiam nesse modelo, ou a ele aludem, como forma (justamente) de justificar, fundamentar ou contextualizar a sua razão de ser. Nesse sentido, parece ser conveniente traçar em breves linhas os aspectos mais relevantes (para efeitos desta dissertação) desse modelo, ao qual serão posteriormente feitas, no capítulo dedicado ao *ratio* 2D:4D, diversas referências.

Norman Geschwind (1926-1984), considerado por alguns dos seus pares (*e.g.* Devinsky, 2009)<sup>2</sup> 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 emergência da Neuropsicologia e da Neurologia do Comportamento (termo que, aliás, cunhou) como disciplinas importantes na década de 1960 e 1970, publicou em 1982, junta-

---

<sup>2</sup> Veja-se também este obituário (Damasio & Galaburda, 1985) de Geschwind, escrito em parte por António Damásio, de quem Geschwind foi de algum modo mentor e influência.

mente 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 na comunidade da Neuropsicologia. A impressão que causou, acrescentam estes últimos, 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 afecções.

No mesmo ano, Albert Galaburda, publicou (juntamente com David Eidelberg) os resultados de um estudo (efectuado no departamento de Geschwind), descrevendo várias anomalias<sup>3</sup> 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, 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, i.é, 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 feminilizado (Collaer & Hines, 1995)<sup>4</sup>. 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, a testosterona intra-uterina

---

<sup>3</sup> Para uma síntese de tais anomalias, veja-se *e.g.* Sherman, Galaburda & Geschwind (1985).

<sup>4</sup> Tal como se verá adiante, esta tendência genérica caracteriza igualmente, enquanto tendência, a relação entre os comprimentos dos dedos indicador (2D) e anelar (4D).

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 afectadas» (Geschwind & Galaburda, 1985b). O referido crescimento diferencial, reflecte-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 reflecte-se na dominância cerebral direita que, na maioria dos sujeitos, coincide com uma preferência e domínio da mão esquerda (Pereira, 1998)<sup>5</sup>.

A «Hipótese Geschwind-Galaburda», inicialmente formulada nos três artigos *princeps* atrás referidos (posteriormente compilados num livro)<sup>6</sup>, depressa 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 uma dúzia de subdisciplinas científicas e aparentando ter algo de importante a dizer sobre quase todo e qualquer aspecto da Neuropsicologia.

Efectivamente, o *Modelo GBG* suscitou um grande entusiasmo, desde o artigo inicial de Geschwind e Behan, primeiro na comunidade científica (reflectindo-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 susci-

---

<sup>5</sup> Geschwind e Galaburda apontam um segundo efeito da testosterona intra-uterina, para além do efeito de atrasar o crescimento do hemisfério esquerdo: a propensão para doenças auto-imunes, 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 esquerditos 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 aspecto, como se verá adiante, evoluiu um pouco.

Note-se ainda que Geschwind e Galaburda conjecturaram que, pelo facto dos 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).

<sup>6</sup> *Cerebral lateralization*, editado em 1987, pela MIT Press.

tou 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 directamente com o objecto de estudo desta dissertação. No entanto, tal esboço ficaria demasiado incompleto se não ficassem registados, pelo menos, os dois pontos nodais nas críticas<sup>7</sup> 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 ainda devidamente comprovado no que diz respeito à dominância lateral ou à postulada relação causal entre aspectos 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 (Pueyo, 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*. Contudo, 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. Efectivamente, refere Pueyo (1998) a propósito das pesquisas sobre *diferenças sexuais na lateralização cerebral*, as técnicas 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 anatómico-funcionais do cérebro entre homens e mulheres;<sup>8</sup> estudos focados, por exemplo, em regiões cada vez mais pequenas do cérebro ou em dimensões até há

---

<sup>7</sup> 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).

<sup>8</sup> Embora não existam diferenças anatómicas de grande proporção entre homens e mulheres, defende o mesmo autor, é actualmente 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 reflectirá 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).

relativamente poucos anos inacessíveis (excepto 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; variabilidade que depende dos requisitos da tarefa concreta em jogo (Brosnan, 2008). Por outro lado, que 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, indirectamente, poderá confirmar a proposição presente no *Modelo GBG* de que níveis pré-natais elevados de testosterona 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 actual estado de conhecimentos, seja qual for a magnitude dos efeitos dos esteróides 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 factores ambientais (incluindo, por exemplo, o tipo de cuidados maternos) ou psico-sociais (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) testosterona, verificando-se (tendencialmente) um aumento na espessura do hemisfério direito nos machos e, simetricamente, do hemisfério esquerdo nas fêmeas.<sup>9</sup> 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

---

<sup>9</sup> A título de curiosidade, refira-se que Halpern (1997) assinala que nestes estudos se descobriu igualmente que as hormonas pré-natais femininas afectaram o tamanho do corpo caloso, desacreditando o mito de longa data de que as hormonas ováricas pré-natais não influenciam o desenvolvimento do cérebro.

(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 machos<sup>10</sup>.

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 indirecta de se estudar os possíveis efeitos da testosterona fetal (ou de outros esteróides 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.

### 3. ESTRATÉGIAS PARA O ESTUDO DA TESTOSTERONA FETAL

Apesar dos progressos tecnológicos atrás referidos, e apesar de toda a investigação que (em consequência) tem vindo a ser desenvolvida nos últimos anos, persistem muitas dúvidas e questões por responder nesta matéria. Pode-se dizer, em termos simples, que quer na questão mais ampla das diferenças sexuais, quer na questão mais específica do desenvolvimento cerebral (e, dentro desta, das capacidades cognitivas), é difícil estudar o papel ou os efeitos dos esteróides pré-natais.

Em parte, isso deve-se à própria restrição ética, e *óbvia*, da administração experimental de hormonas em seres humanos, particularmente durante as fases mais precoces do desenvolvimento, conforme recordam Collaer e Hines (1995)<sup>11</sup>, quer fetal quer imediatamente pós-natal. E é justamente para colmatar tal restrição, que as pesquisas neste âmbito têm utilizado uma variedade de abordagens alternativas. Knickmeyer & Baron-Cohen (2006b) referem, nomeadamente, o estudo de indivíduos com perturbações no desenvolvimento sexual, de indivíduos que foram expostos a substâncias químicas que mimetizam, ou bloqueiam, hormo-

---

<sup>10</sup> 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 efectivamente sobre um corpo caloso maior; e, deste modo, apoiariam a teoria de Geschwind e Galaburda (Halpern, 1997).

<sup>11</sup> Efectivamente, sublinha Mealey (2000), a pesquisa sobre os possíveis efeitos das hormonas pré-natais sobre *as estruturas e funções do cérebro humano* foi até há relativamente poucos anos escassa. Parece ser óbvio que tal pesquisa, além de a completar, deverá ajudar a esclarecer a questão do efeito diferencial dos níveis hormonais fetais sobre a especificidade da cognição humana.

nas endógenas e de indivíduos cujos níveis de testosterona fetal foi medida através do fluido obtido numa amniocintese, além do estudo de gémeos dizigóticos de sexo oposto, estratégia que também é referida por McIntyre (2006), tal como a observação do desempenho diferencial entre os sexos, a utilização de amostras de sujeitos expostos a níveis hormonais anómalos, a análise hormonal do líquido amniótico, do sangue do cordão umbilical e do sangue materno durante a gravidez, os estudos com animais de laboratório e, enfim, o *ratio* 2D:4D.

Representando, todas elas, formas intrinsecamente imperfeitas de abordar um tal objecto de estudo, não é demais referir desde já, com Fink *et al.* (2004a), que apresentam invariavelmente limitações e, muitas vezes, resultados inconsistentes.

### 3.1. *Análise do desempenho diferencial entre sexos*

A premissa central dos estudos que se inserem nesta categoria é que, sendo os homens expostos a níveis pré-natais de testosterona mais elevados, desenvolvendo conseqüentemente um hemisfério cerebral direito maior, deverão alcançar resultados superiores nas tarefas que envolvam raciocínios espaciais e numéricos; inversamente, as mulheres, normalmente expostas a quantidades fetais de testosterona mais reduzidas e detentoras de um hemisfério cerebral esquerdo maior, serão propícias a obterem pontuações mais elevadas nas tarefas verbais<sup>12</sup>.

Efectivamente, há décadas que se observa tal tendência. Segundo Pueyo (1998), já no clássico *The Psychology of Sex Differences* de Maccoby e Jacklin (publicado em 1974) são reconhecidas diferenças sexuais, bastante bem estabelecidas, na capacidade visuoespacial, verbal e numérica. Resumidamente, dessa compilação de aproximadamente de 1.600 estudos sobre as diferenças sexuais psicológicas<sup>13</sup>, a maioria dos quais publicados em revistas

---

<sup>12</sup> É de notar a este respeito que a maioria dos testes de inteligência é construída, propositadamente, de forma a eliminar as diferenças sexuais; como tal, não são detectadas diferenças na inteligência global entre homens e mulheres (Collaer & Hines, 1995).

<sup>13</sup> Anteriormente a 1974, era já possível encontrar no trabalho de L. Tyler, no âmbito da Psicologia Diferencial, muitos resultados dos estudos sobre as diferenças sexuais nas capacidades cognitivas, alguns com a data do início do interesse da Psicologia pelo tema. o panorama revelado por L. Tyler era o seguinte: As meninas e mulheres jovens tendiam a exibir resultados superiores nas provas de fluidez verbal. Porém, tais resultados não surgiam nas provas de compreensão, nem tão pouco nas de extensão do vocabulário; O sexo feminino revelava resultados inferiores nas provas e testes que requeriam raciocínio matemático complexo, porém, não se verificava tal inferioridade nas provas que requeriam cálculos simples. Era especialmente, na resolução de problemas com números onde o sexo masculino se evidenciava, mas no cálculo aritmético a diferença mudava de sentido; relativamente ao desempenho nas provas de encaixe e de rotação de figuras, de labirintos e de orientação, tal era superior no sexo masculino; em tarefas que supõem destreza manual (*e.g.* movimentos ligeiros, finos, precisos e coordenados) o sexo feminino revelava resultados mais elevados; nas tarefas de memória, sobretudo memória a curto-prazo (repetição de dígitos, reprodução de figuras geométricas ou recitação de um parágrafo recém aprendido), geralmente, as mulheres superavam, ainda que as diferenças não fossem excessivas; finalmente, na percepção rápida de detalhes, as mulheres eram, claramente, superiores aos homens (Pueyo, 1998).

especializadas e editadas nos Estados Unidos, ressalta o facto geral de as mulheres obterem pontuações mais elevadas nas provas de aptidões verbais e os homens nas tarefas que envolvam aptidões espaciais<sup>14</sup> e numérico-matemáticas. Particularizando, aquilo que a maioria dos estudos analisados revelou foi que as mulheres obtêm classificações mais elevadas nas provas de fluidez verbal, velocidade de articulação e conhecimento gramatical, enquanto que por seu lado, os homens alcançam pontuações mais altas numa grande variedade de provas visuo-espaciais, tais como rotação mental, solução de labirintos, leitura de mapas, discriminação entre esquerda/direita, entre outras; sendo de notar ainda que em relação à capacidade matemática, os homens obtêm pontuações mais elevadas nas provas de raciocínio numérico e geometria e as mulheres na prova de cálculo (Pueyo, 1998).

Apesar da revisão da literatura (e síntese) de Maccoby e Jacklin ser antiga, e ter sido severamente criticada devido aos seus alicerces metodológicos, acabou por auxiliar a fundamentar muita pesquisa posterior; mais do que isso, outras revisões globais dos mesmos trabalhos empíricos, entretanto realizadas, chegaram (curiosamente) às mesmas conclusões, conforme nota ainda Pueyo (1998). Isto é, de uma forma geral, a maioria dos estudos conclui que os homens obtêm pontuações mais elevadas nas tarefas visuo-espaciais, particularmente nas tarefas que requerem rotação mental através do espaço tridimensional, nas tarefas de percepção espacial e de resolução de problemas quantitativos; enquanto que as mulheres alcançam classificações mais altas em certas tarefas verbais, especialmente nas de fluência verbal e associativa e de velocidade de processamento (Collaer & Hines, 1995).

---

Na verdade, o estudo relativo às diferenças sexuais intelectuais já havia sido abordado na Antiguidade clássica. Em 1575, Huarte de San Juan referia que as diferenças sexuais na inteligência poderiam ser explicadas a partir de diversas qualidades humorosas características de cada sexo. Nesta linha, Huarte de San Juan afirmava que as características «calor-seco» constituíam princípios masculinos e «frio-húmido» os femininos. Tal concepção manteve-se até ao século XVII. Posteriormente, nos séculos XVIII e XIX, os frenólogos tentaram procurar a inferioridade pretendida nas mulheres, examinando os contornos do crânio. Assim, tal inferioridade era atribuída ao menor tamanho do crânio ou ao subdesenvolvimento de algumas áreas cerebrais das mulheres. Também no século XIX, Darwin referia que, os homens eram, por natureza, mais inteligentes e atribuía tal superioridade à divisão sexual que se observava pelos ofícios e às funções sociais desenvolvidas historicamente por ambos os sexos. As concepções sobre as diferenças sexuais cognitivas com conotações claramente sexistas e machistas, deixou de ser predominante nas ciências humanas e sociais a partir dos anos 1930, quando a investigação antropológica, psicológica e sociológica, junto com o desenvolvimento de movimentos políticos feministas, lutou pela igualdade de homens e mulheres (*idem, ibidem*).

<sup>14</sup> Os investigadores têm proposto que as tarefas espaciais podem ser classificadas em três categorias principais, que exibem tamanhos de diferenças sexuais diferentes: a *Visualização Espacial*, envolve a capacidade para processar informação espacial (como compreender relações entre objectos no espaço). Na *Visualização Espacial*, as diferenças sexuais nem sempre são visíveis e se o são, são reduzidas; a *Percepção Espacial*, inclui a capacidade de identificar e localizar os julgamentos de orientação, horizontal e vertical, no espaço quando informação distractiva está presente. As provas de *Percepção Espacial* têm revelado diferenças sexuais extensas, embora um pouco inconsistentes; finalmente a *Rotação Mental*, envolve a capacidade de imaginar a transformação de uma figura multidimensional rodada no espaço. É nas provas de *Rotação Mental* que as diferenças sexuais se têm revelado maiores e mais consistentes (Collaer *et al.*, 2008).

Não deixa de ser surpreendente, reflecte Halpern (1997), que numa área tão controversa como a das diferenças sexuais, exista pouco desacordo quanto aos tipos de capacidades cognitivas que diferem entre sexos. Todavia, é isso mesmo que sucede.

As pesquisas neste âmbito têm ainda revelado que as diferenças sexuais de maior magnitude, e mais seguras, são obtidas nas capacidades espaciais, diferenças que têm sido observadas em numerosos estudos, efectuados em diferentes países. E que é, essencialmente, nas tarefas de rotação mental de três dimensões que as diferenças sexuais são observadas de forma sistemática. Com efeito, os resultados obtidos nas tarefas de rotação mental têm-se revelado, constantemente, os mais informativos na clarificação dos potenciais mediadores e causas das diferenças sexuais cognitivas. (Acrescente-se que tais diferenças são ainda mais comprováveis em provas de rotação mental que sejam cronometradas<sup>15</sup>.) Porém, é de salientar que em outras provas visuo-espaciais as diferenças entre sexos são ínfimas ou inexistentes (Collaer *et al.*, 2008), ou são obtidos resultados contraditórios. Esta é uma das limitações apontadas à utilização da análise do desempenho cognitivo diferencial entre sexos enquanto método de estudos dos efeitos dos níveis pré-natais de testosterona sobre as capacidades cognitivas. Ainda no que diz respeito a críticas apontadas a este método, existem autores que não o consideram totalmente adequado para o efeito, dado que sobre o desempenho cognitivo dos sexos subsiste, para além da influência dos factores hormonais pré-natais, a influência dos factores sócio-culturais<sup>16</sup>. A este respeito, Pueyo (1998) cita a hipótese da experiência diferencial entre sexos. Tal hipótese salienta que os homens exibem rendimentos superiores nas provas que envolvem capacidades espaciais pois detêm, precedentemente, mais experiência com tais provas, dado que, enquanto crianças se depararam com mais frequência em situações que estimularam as suas capacidades espaciais. Tais situações envolvem os diferentes jogos praticados pelos meninos e pelas meninas (por exemplo, os meninos incluem-se em actividades lúdicas tais como, a construção de jogos e exploração do espaço) e outra série de experiências sócio-culturais que, tradicionalmente, têm separado homens e mulheres. Por outras palavras, as limitações apontadas ao método da análise do desempenho cognitivo diferencial entre sexos, baseiam-se nos resultados de diversas pesquisas que têm delimitado

---

<sup>15</sup> Por exemplo, as diferenças sexuais mais acentuadas que surgem nas tarefas de rotação mental surgem, frequentemente, no tempo necessário para «girar mentalmente» uma figura complexa, de forma a determinar se é idêntica a uma outra figura (Halpern, 1997).

<sup>16</sup> Nos factores sócio-culturais podem incluir-se as práticas de educação, as atitudes parentais para com os filhos, as experiências sócio-educativas distintas de rapazes e raparigas, a prática diferenciada de desportos e actividades escolares, a personalidade, o papel de género, entre outros (Pueyo, 1998).

um conjunto de influências tanto endógenas (ligadas à constituição do indivíduo) como exógenas (determinadas pelo ambiente onde o indivíduo cresce e se desenvolve) sobre o desempenho cognitivo dos sujeitos e não exclusivamente o papel dos níveis hormonais. De facto, parece ser difícil pensar que um único mecanismo (seja biológico ou social) determine a variabilidade complexa das aptidões mentais e parece de comum acordo pensar num conjunto de interações mútuas entre tais mecanismos (Pueyo, 1998).

### 3.2. Amostras com sujeitos com níveis hormonais anómalos

Entre os pacientes expostos a níveis anómalos de hormonas sexuais embrionárias, os estudos consagrados à análise da relação entre as capacidades cognitivas e os níveis hormonais têm utilizado, essencialmente, amostras de sujeitos diagnosticados com *Hiperplasia Adrenal Congénita (HAC)*<sup>17</sup>, *Síndrome de Turner (ST)*<sup>18</sup>, *Insensibilidade ao Androgénio (IA)*

---

<sup>17</sup> A HAC, ou a SAG (*Síndrome Androgenital*), integra-se no grupo das doenças recessivas autossómicas da esteroidogénese e reflecte-se em níveis elevados de androgénios que têm início no período inicial da gestação (Ökten *et al.*, 2002), concretamente, por volta das oito semanas de gestação (McIntyre, 2006). Os níveis elevados de androgénios permanecem até que o tratamento seja iniciado (Ökten *et al.*, 2002).

Nos indivíduos com HAC, existe um défice de enzimas sintéticas necessárias para produzir certos esteróides adrenais, o cortisol e a aldosterona (Collaer & Hines, 1995). O tipo mais comum de HAC, que conta com mais de 90% dos casos, caracteriza-se pela deficiência da enzima 21-hidroxilase, que converte a progesterona em precursores das hormonas sexuais supra-renais. Tal tipo de HAC é conhecida como a forma clássica (McIntyre, 2006), na qual, como em muitas outras, o sistema de *feedback* negativo que, normalmente, regula a secreção de cortisol, tenta compensar a deficiência do cortisol através do aumento de produção dos seus precursores metabólicos. Os precursores, inutilizáveis pela via do cortisol, são desviados para a via intacta do androgénio, resultando numa superprodução de androgénio, 17- hidroxiprogesterona e progesterona. A HAC clássica ocorre em duas formas: a forma *Perdedora de Sal* e a forma *Virilizante Simples*. Ambas envolvem a deficiência de cortisol e superprodução de androgénios. Porém, a forma *Perdedora de Sal* também tem níveis de aldosterona significativamente reduzidos, enquanto a forma *Virilizante Simples* se caracteriza por uma produção de aldosterona adequada (embora não necessariamente normal).

O tratamento da HAC consiste, para todos os pacientes, na reposição de cortisol com o acréscimo de medições da retenção de sal, se requerida. A intervenção bem sucedida termina com a masculinização. Com efeito, com um diagnóstico precoce e um tratamento adequado, a androgenização anormal fica limitada ao período pré-natal e ao período curto a seguir ao nascimento (Collaer & Hines, 1995). Os tratamentos de corticoesteróides têm-se revelado bastante eficazes na redução de produção de androgénio nas mulheres (McIntyre, 2006). Nas raparigas, a condição é usualmente feminizar os genitais, durante a infância, cirurgicamente e pela administração de corticoesteróides. Os rapazes genéticos com HAC também são tratados com corticoesteróides para prevenir uma puberdade precoce, porém, não precisam de cirurgia, pois os seus genitais são normais na sua aparência (Golombock & Fivush, 1994).

<sup>18</sup> Na *Síndrome de Turner*, a composição genética específica das mulheres varia entre 50% a 60 % de pacientes com a falta total do segundo cromossoma sexual (tendo um cariótipo 45, X em vez do cariótipo feminino normal, 46, XX), o que significa que têm apenas 45 cromossomas e apenas um único cromossoma X. Outras mulheres têm mosaicismos (mistura de diferentes linhas de células, algumas das quais podem ser normais) ou anormalidades no segundo cromossoma X (Collaer, Hines, 1995).

A doença manifesta-se, frequentemente, por estatura baixa, problemas no crescimento esquelético, anormalidades cardiovasculares e renais, otitis media, ausência gonadal primária, ausência de características sexuais secundárias, infertilidade (Collaer & Hines, 1995) e ainda um pequeno pescoço espalmado (Mealey, 2000). Contudo, existe uma heterogeneidade significativa em tais sintomas.

Durante a gestação inicial, os ovários das mulheres com *Síndrome de Turner* parecem normais, contudo, o número de células germinais ováricas é reduzido, por vezes depois do terceiro mês de gestação. Tal restrição conduz à redução nos folículos dos ovários e a capacidade de produzir hormonas. Embora a contribuição dos ovários para a diferenciação sexual nos mamíferos ainda não seja bem compreendida, sabe-se que a maioria das

e *Hipogonadismo Hipogonadotrófico Idiopático* (HHI)<sup>19</sup>. Estas populações clínicas exibem níveis pré-natais excessivos de testosterona, como no caso da HAC, ou pelo contrário défices acentuados da mesma hormona (SI, IA, HHI). De uma forma geral, os estudos que envolvem tais populações clínicas sugerem que o sexo genético não é relevante para o desempenho cognitivo diferencial (Halpern, 1997), mas sim os níveis hormonais fetais. Particularizando, tais estudos sugerem que níveis pré-natais elevados de testosterona associam-se a capacidades espaciais desenvolvidas e também o inverso, ou seja, quantidades pré-natais reduzidas de testosterona associam-se a capacidades espaciais limitadas (Henninger & Hafetz, 2005).

Na perspectiva de McIntyre (2006), as amostras de sujeitos com HAC tem sido o «método de ouro» das investigações interessadas no estudo dos efeitos, pré e perinatais, da testosterona sobre o desenvolvimento cognitivo. A grande maioria das investigações com pacientes que padecem de HAC tem corroborado, particularmente, que níveis mais elevados de testosterona se correlacionam positivamente com as capacidades espaciais. No que diz respeito às capacidades verbais, a relação tem-se revelado nula. A título de exemplo, Collaer e Hines (1995) referem alguns dados que embora não apoiem um efeito da testosterona sobre a cognição, confirmam um efeito sobre a capacidade espacial, e ainda outros que apoiam o efeito, os quais revelaram que mulheres com HAC exibiam um desempenho visuoespacial superior em testes diversos, incluindo o *Healy Pictorial Completion Test*, *Vanderberg Mental Rotations Test*, *Card Rotations Test*, *Paper Folding Test*, *Primary Mental Abilities Spatial Relations subtest* e o *Hidden Patterns Test*, comparativamente às mulheres do grupo de controlo. No que diz respeito às capacidades verbais, Henninger & Hafetz (2005) referem que

---

mulheres com *Síndrome de Turner* produz hormonas ováricas insuficientes, durante um período de desenvolvimento crítico. Portanto, embora os seus genitais se pareçam com os das outras raparigas, as suas gónadas não se diferenciam e, como consequência, não são menstruadas e/ou não desenvolvem seios na puberdade. O tratamento com estrogéneos e progestinas começa, típica e precisamente, durante a puberdade (Collaer & Hines, 1995), de forma a que os seios, e outras características sexuais secundárias femininas, se desenvolvam (Golombock & Fivush, 1994).

<sup>19</sup> Para além dos grupos de pacientes citados, com HAC, IA, ST e HHI outros estudos têm utilizado amostras de sujeitos sem essas afecções, mas que foram expostos, durante o desenvolvimento intra-uterino, a hormonas exógenas, tais como estrogénios e progestinas sintéticos. Tais hormonas foram prescritas às progenitoras por experienciarem uma gravidez difícil, de forma a conseguirem manter a mesma. Os sujeitos expostos a tais hormonas têm proporcionado a informação mais válida acerca dos efeitos da exposição fetal aos estrogéneos exógenos, em humanos. perante a administração de estrogénios e progestinas sintéticos verificou-se um pequeno aumento no *ratio* de raparigas que nasciam com os genitais masculinizados e de rapazes com os genitais feminizados (Golombock & Fivush, 1994). Porém, a administração de hormonas sintéticas durante a gravidez foi completamente cessada nos Estados Unidos, em 1971, depois de ter sido descoberto o risco de adenocarcinomas vaginais e cervicais nos descendentes femininos assim como a sua ineficácia na manutenção da gravidez (Collaer & Hines, 1995).

pelo menos em provas de fluência verbal nenhuma diferença estatisticamente significativa foi obtida entre as mulheres com HAC e as do grupo de controlo.

No que diz respeito às mulheres com ST, como é sabido, uma das principais características é o défice de hormonas sexuais femininas, nomeadamente de estradiol que posteriormente é convertido em testosterona. Portanto, os níveis de tal hormona masculina são também reduzidos nestas mulheres. Os primeiros artigos sobre o desenvolvimento cognitivo de tais pacientes revelaram uma taxa elevada de atraso mental. Contudo, pesquisas subsequentes revelaram que as mesmas exibem uma inteligência verbal situada a um nível normal mas que manifestam alguns défices cognitivos específicos, particularmente ao nível das funções visuoespaciais, visuomotoras, atenção, memória, abstracção conceptual, tarefas quantitativas e fluência verbal ou associacional (Collaer & Hines, 1995). Da mesma forma que os estudos que envolvem mulheres com ST podem corroborar que níveis pré-natais reduzidos de testosterona conduzem a capacidades espaciais diminutas, podem igualmente corroborar tal relação positiva de forma inversa. Com efeito, as investigações têm revelado que tais mulheres com ST quando tratadas com estradiol, o seu desempenho nas tarefas que envolvem capacidades espaciais aumenta (Halpern, 1997).

Em relação aos homens que manifestam *IA completa*<sup>20</sup>, as pesquisas têm revelado que os respectivos QIs se situam ao nível de inteligência normal e que o QIv é superior ao QIr. Quando comparados com os homens e mulheres do grupo de controlo, exibem um QIr inferior (Henninger & Hafetz, 2005), pois, tipicamente, obtêm pontuações abaixo da média em certos testes espaciais (Fink *et al.*, 2006).

---

<sup>20</sup> Na Insensibilidade ao Androgénio (IA), também conhecida por Feminização Testicular (Halpern, 1997), as gónadas dos homens são completamente masculinas (Mealey, 2000), ou seja, têm testículos e produzem hormonas masculinas apropriadas. Porém, por razões não totalmente compreendidas, os seus testículos são insensíveis a tais hormonas e desenvolvem procedimentos como se as hormonas masculinas não estivessem presentes. Como o sujeito não é afectado pelos androgénios, os testículos não descem e os genitais externos desenvolvem-se como, mais ou menos, femininos (Garret, 2009), pois as células que se desenvolvem na genitália externa e no cérebro seguem a planta feminina «omitida». O resultado é um bebé que parece e actua como menina, embora tenha o funcionamento interno completo dos testículos (Mealey, 2000) e que vem a desenvolver na puberdade características sexuais femininas secundárias, com a excepção do cabelo púbico e axilar e menstruação, porque não possuem órgãos reprodutores internos femininos. Segundo, alguns autores (*e.g.* Grumbach & Conte) é devido a uma imperfeição nos receptores do androgénio que os homens com IA, embora produzindo androgénios, são insensíveis, parcial ou completamente, ao androgénio (Collaer & Hines, 1995).

Relativamente aos homens diagnosticados com HHI<sup>21</sup>, as pesquisas têm revelado que tendem a exibir um desempenho inferior nas tarefas que envolvem as capacidades espaciais e verbais, relativamente ao grupo de controlo. Para exemplificar, Henninger & Hafetz (2005) referem alguns estudos nos quais os homens com HHI exibiram um desempenho inferior, relativamente ao grupo de controlo, no subteste *Relações no Espaço* do Teste de *Aptidões Diferenciais* e outros nos quais os homens com HHI obtiveram pontuações mais baixas na fluência verbal comparativamente ao grupo de controlo.

Deve-se sublinhar que, tal como sucede com qualquer outra estratégia indirecta, a utilização de populações clínicas tem desvantagens e tem produzido resultados inconsistentes. Relativamente aos estudos que envolvem amostras de sujeitos com HAC, uma dessas desvantagens diz desde logo respeito à amostragem: embora as investigações tentem incluir apenas sujeitos com formas similares de HAC e com idades semelhantes aquando o início do tratamento, torna-se muitas vezes difícil recolher uma amostra grande, caso se utilize critérios rigorosos. Um outro inconveniente diz respeito ao facto da HAC ser mais útil para estudar os efeitos pré-natais dos androgénios nas mulheres, porque o diagnóstico e o tratamento dos homens é menos consistente. Acresce que os resultados obtidos podem ser enviesados por vários motivos, incluindo a disparidade entre os pacientes com HAC e o grupo de controlo, relativamente à exposição a quantidade de androgénios; ou as alterações do comportamento parental para com as crianças com HAC que foram submetidas a cirurgias de modificação dos órgãos genitais e as próprias intervenções clínicas em si mesmas, incluindo a experiência da cirurgia e/ou os seus efeitos (McIntyre, 2006). A este respeito, Hampson *et al.* (2008), Puts e McDaniel (2007) e Henninger & Hafetz (2005) mencionam pesquisas realizadas com pacientes de HAC do sexo feminino (ou com pacientes do sexo masculino, no último caso) que obtiveram resultados incongruentes. Os primeiros autores citam por exemplo o estudo de Helleday e colaboradores, realizado na década de 1990, que revelou não exibirem as pacientes com HAC uma capacidade espacial superior comparativamente às mulheres do grupo de

---

<sup>21</sup> No Hipogonadismo Hipogonadotrófico Idiopático (HHI), a produção de hormonas sexuais é diminuída, devido à estimulação inadequada dos testículos que por sua vez resulta de uma deficiência das gonadotrofinas hipofisárias no processo de libertação do hipotálamo. O HHI pode ser congénito ou desenvolver-se mais tarde na vida. No primeiro tipo, os pacientes são, usualmente, dados como rapazes normais no nascimento dado que a sua masculinização pré-natal é normal, resultando da estimulação testicular através das gonadotrofinas maternas. Contudo, esta conclusão é baseada na aparência dos órgãos genitais, tipicamente masculinos, a qual pode não indicar que todos os aspectos da masculinização são normais. Se o HHI se desenvolve mais tarde tende a ocorrer quando os indivíduos estão nos 20 e muitos ou nos 30 e poucos anos, depois de um desenvolvimento pubertal normal (Collaer & Hines, 1995).

controlo<sup>22</sup>. Os segundos referem por seu lado estudos que não alcançaram qualquer diferença significativa entre as doentes de HAC e os elementos, também do sexo feminino, do grupo de controlo nas provas de rotação mental, embora tivessem obtido uma diferença significativa na visualização espacial. Henninger & Hafetz (2005), enfim, registam estudos nos quais os sujeitos (masculinos, como se disse) com HAC exibiam capacidades espaciais menos desenvolvidas em relação ao grupo de controlo; outros que não obtiveram qualquer diferença significativa entre os dois grupos de homens.

Relativamente aos estudos que envolveram pacientes com ST, IA e HHI refere-se que as relações obtidas são consideradas estatisticamente não significativas, tornando assim os resultados difíceis de interpretar no âmbito da influência hormonal. Além disso, os investigadores consideram que os resultados inferiores obtidos pelos pacientes nas provas cognitivas poderão dever-se a factores não hormonais, comuns às duas patologias, tais como anomalias neurais difusas ou focais (Collaer & Hines, 1995).

### *3.3. Análise do líquido amniótico, do sangue do cordão umbilical e do sangue materno durante a gravidez*

As medições directas dos níveis hormonais existentes, quer no líquido amniótico, quer no sangue do cordão umbilical, quer ainda no sangue materno durante a gravidez, têm a particularidade de serem, tal como nota McIntyre (2006), as únicas técnicas manipuladoras permitidas nas pesquisas com seres humanos. E têm, efectivamente, sido utilizadas neste contexto, nomeadamente com o objectivo de permitirem prever o desempenho cognitivo. Contudo, os resultados nem sempre têm correspondido às expectativas.

A título de exemplo, van Anders & Hampson (2005) e Brookes *et al.* (2007) referem estudos efectuados através da medição dos níveis de testosterona existentes no fluido amniótico (no segundo trimestre da gravidez), nos quais se obteve, respectivamente, uma correlação positiva e significativa entre as concentrações de testosterona e o desempenho em testes de rotação mental em crianças com 6 anos de idade, embora apenas tal correlação se tenha manifestado apenas entre os sujeitos do sexo feminino; e uma relação curvilínea entre os níveis de testosterona e a compreensão de linguagem e as capacidades de classificação, em crianças de 4 anos, embora (também) apenas nos sujeitos do sexo feminino.

---

<sup>22</sup> Uma possível explicação para tais resultados discrepantes poderá ter a ver com o tamanho das diferenças sexuais das tarefas (Collaer, Hines, 1995) e com o facto dos grupos não serem emparelhados na inteligência em geral (van Anders & Hampson, 2005).

Também a título de exemplo, Lutchmaya *et al.* (2004) tentaram mais recentemente analisar a possível relação entre os níveis fetais de testosterona e o vocabulário, em sujeitos mais velhos (com idades dos 18 aos 24 anos), verificando que os níveis pré-natais de testosterona poderiam, de facto, ser um preditor inverso do tamanho do vocabulário. Do mesmo modo que Henninger & Hafetz (2005), debruçando-se sobre estudos que analisaram os níveis de testosterona presentes no sangue do cordão umbilical, salientam um estudo realizado com crianças de 6 anos de idade, no qual se obteve uma relação *negativa* entre os níveis de testosterona e as capacidades espaciais, relação que (novamente) se observou apenas em sujeitos do sexo feminino.

Ou seja, apesar de úteis, este tipo de medições directas (que se aplicam sobretudo no estudo de dimensões relativas à infância e à adolescência, sendo pouco práticas quando aplicadas a adultos, como nos casos de doenças oncológicas ou cardio-vasculares, visto exigirem estudos demasiado longos e dispendiosos), têm revelado resultados incoerentes, sobretudo com sujeitos do sexo masculino. Hampson *et al.* (2008) notam a esse respeito que nenhuma associação significativa entre a testosterona fetal e o desempenho espacial foi obtida para os sujeitos do sexo masculino; nem mesmo correlações negativas.

A literatura é igualmente crítica em relação a aspectos particulares a cada uma das técnicas. Por exemplo, no que diz respeito à análise hormonal do líquido amniótico, existe convergência quanto ao uso da amniocentese em contexto clínico, no sentido em que as amostras são sempre oportunistas e a idade gestacional dos sujeitos pode não ser cuidadosamente controlada. De modo semelhante, a análise hormonal do sangue do cordão umbilical está limitada pelo facto, notam Collaer e Hines (1995), de os níveis de testosterona recolhidos desta forma serem muito reduzidos e não se correlacionarem com os níveis de testosterona dos períodos críticos; isto é: sendo os níveis hormonais do sangue do cordão umbilical o reflexo das fontes fetais e maternas de testosterona, quando obtidos no momento do nascimento, são provavelmente distorcidos pelas mudanças hormonais associadas ao *stress* do trabalho de parto e, de não correspondem aos períodos mais críticos das influências hormonais sobre o desenvolvimento humano. Assim sendo, a análise hormonal do sangue do cordão umbilical tem sido considerada ineficaz para fazer conclusões fiáveis.

Finalmente, no que diz respeito à colheita de sangue materno, a sua utilização parece ainda mais controversa, dado que a associação entre os níveis das hormonas sexuais maternas e fetais não se encontra bem compreendida. Com efeito, McIntyre (2006) refere que os níveis

hormonais das grávidas fornecem pouca, se alguma, informação sobre a produção fetal. Embora um estudo tenha descoberto níveis de testosterona, significativamente, elevados em mulheres grávidas de rapazes, inversamente, alguma evidência indirecta sugere que a produção de androgénios maternos pode ter efeitos detectáveis em fetos do sexo feminino.

#### 3.4. Amostras de gémeos dizigóticos e amostras de animais de laboratório

Um dos métodos «experimentais» humanos (na realidade, quasi-experimental) que se tem mostrado como um dos mais eficazes no estudo do efeito das hormonas pré-natais, baseia-se no estudo natural dos pares de gémeos dizigóticos. Porém, na linha de investigação da cognição, apenas um número reduzido de estudos tem utilizado o paradigma dos gémeos de sexo oposto/mesmo sexo. Além disso, notam van Anders *et al.* (2006) um número ainda mais reduzido de estudos obteve as relações previstas entre as capacidades espaciais e a lateralização espacial.

Os juízos realizados a este método seguem a direcção dos realizados aos estudos que analisam o desempenho cognitivo diferencial entre sexos. Com efeito, os resultados obtidos nos estudos que incluíram amostras de gémeos de sexo oposto, embora consistentes com a hipótese da transferência hormonal<sup>23</sup>, podem também encontrar fundamentação nos factores ambientais. Ou seja, o desenvolvimento pós-natal de uma menina, junto do seu par gémeo de sexo masculino, poderia também ajudar a explicar a sua exibição de comportamentos mais masculinos. Com efeito, uma menina nesta situação pode adquirir atributos mais masculinos devido às suas interacções com o irmão (Collaer & Hines, 1995).

A utilização (em si mesma) de animais em estudos científicos, e a eventual transposição de resultados ou conclusões aí obtidos para outras espécies, é um tema polémico e demasiado específico para ser tratado neste trabalho. É todavia possível registar que tais estudos têm sido considerados uma etapa importante para a evolução de diversas áreas do conhecimento, entre as quais a Biologia, a Medicina, a Genética e a Psicologia.

As investigações com animais de laboratório têm envolvido sobretudo ratos (embora também outros mamíferos e, em particular, primatas)<sup>24</sup> e os principais factores que conduzem a

---

<sup>23</sup> Segundo a hipótese da transferência de hormonal, os fetos femininos que partilham o útero com um gémeo do sexo oposto são expostos a níveis mais elevados de testosterona, através da transferência hormonal. Consequentemente, os fetos femininos que partilham o ambiente intra-uterino com um feto do sexo masculino tende a exibir maior masculinização em relação aos fetos femininos que partilham o útero com gémeos do mesmo sexo (Fink *et al.*, 2006).

<sup>24</sup> A manipulação das hormonas pré-natais nos mamíferos efectua-se através de vários processos, entre os quais: a castração dos machos (privando o animal da testosterona segregada pelos testículos); remoção dos

tal opção são a sua fisiologia, que é bem semelhante à dos seres humanos e o seu curto período de gestação (apenas 21 dias), o que permite a rápida observação dos resultados das experiências. No que diz respeito ao desenvolvimento de capacidades cognitivas, os resultados obtidos sugerem, igualmente, que níveis elevados de testosterona podem estimular o desenvolvimento das capacidades espaciais (Puts & McDaniel, 2007). A título de exemplo, Csathó *et al.* (2003b) realçam que a administração de testosterona (ou os seus metabolitos) em ratos fêmeas recém-nascidos aumentou, tendencialmente, o desempenho numa tarefa de labirintos; e que a castração dos machos diminuiu a precisão, em vários graus, na mesma tarefa.

Reitere-se contudo a impossibilidade de extrapolar directamente os dados obtidos com animais para a espécie humana e o risco sempre presente (não obstante todos os cuidados) de obter, dessa forma, conclusões erróneas, ainda que possam existir inúmeras similaridades entre quaisquer duas (ou mais) espécies. No caso da espécie humana, em particular no âmbito desta matéria, deve-se ainda realçar o quanto pode ser variável a extensão segundo a qual as hormonas direccionam ou controlam o comportamento nos animais, por oposição aos seres humanos; efectivamente, tal como nota Halpern (1997), as hormonas são menos importantes na determinação do comportamento da espécie humana do que o são na conduta dos outros mamíferos não humanos de onde resulta que uma correspondência precisa entre a maioria dos comportamentos e a complexidade social, dos animais de laboratório e os seres humanos não é possível (Collaer & Hines, 1995).

### 2.5. *Ratio 2D:4D*

De investigações recentes, emergiu a possibilidade da existência de algum tipo de relação entre os comprimentos dos dígitos (das mãos e dos pés) e a quantidade de testosterona presente durante o desenvolvimento intra-uterino. Em breves palavras, os dedos que melhor têm correspondido ao objectivo de tais estudos, vocacionados para a análise da relação entre a sua morfologia e os níveis pré-natais da mesma hormona, têm sido o segundo e o quarto (em linguagem comum: o dedo indicador e o dedo anelar), de ambas as mãos, representados pela notação «2D» e «4D», respectivamente.

Numerosos autores, ocupados com o estudo dos níveis fetais de hormonas sexuais, têm mais exactamente sugerido que, em ambos os sexos, o comprimento do quarto dedo tende a exhibir uma correlação positiva com a testosterona fetal, enquanto que o comprimento do se-

---

ovários das fêmeas (privando-as das hormonas segregadas pelos ovários); administração de androgénios durante o desenvolvimento feminino; administração de hormonas ováricas durante o desenvolvimento masculino; finalmente, administração de qualquer hormona na progenitora, relevante para a gravidez, que passará através da placenta para o feto.

gundo dedo tende para uma relação oposta com esta hormona, complementada por uma relação positiva com o estrogénio, também fetal. O assim chamado «*ratio* 2D:4D» – ou seja, a razão ou quociente entre os comprimentos do segundo e quarto dígitos – parece ser um indicador útil para os estudos que têm sido desenvolvidos neste área e que partem por conseguinte do pressuposto (não absolutamente estabelecido, note-se) de que tal *ratio* tende a estar correlacionado de modo negativo com os níveis pré-natais de testosterona e positivamente com os níveis pré-natais de estrogénio, tanto nos indivíduos do sexo masculino, como nos indivíduos do sexo feminino.

Tal como se afirmou no início desta secção, não obstante toda a investigação que tem vindo a ser desenvolvida nos últimos anos, persistem muitas dúvidas e questões por responder nesta matéria; e, por razões diversas (incluindo de natureza ética), é efectivamente difícil estudar o papel ou papéis dos esteróides pré-natais ou imediatamente pós-natais, quer em questões mais amplas (*e.g.* as diferenças sexuais), quer em questões mais específica, como é o caso do desenvolvimento cerebral e das capacidades cognitivas. O *ratio* 2D:4D é, como também se afirmou, uma estratégia indirecta, necessariamente imperfeita, de efectuar tal estudo. E será assim considerado no capítulo seguinte, que, dada a importância nuclear de tal indicador nesta dissertação, lhe é inteiramente dedicado.

## **1. INTRODUÇÃO E BREVE HISTORIAL**

O interesse não trivial, ou mesmo científico, pelas diferenças (em especial entre indivíduos e entre os sexos) no que diz respeito ao comprimento dos dedos das mãos não é recente. Em 1888, por exemplo, Baker chamava já a atenção para a diferenciação sexual de tal traço anatómico (Hurd, 2008; Manning *et al.*, 2003; Voracek *et al.*, 2008). Do mesmo modo que, na mesma época, surgem relatos apontando para diferenças, ainda que subtis, nas formas das mãos entre matemáticos, engenheiros, artistas e escritores (Yan *et al.*, 2008). Ou ainda que, também a título de exemplo, Hans-Dieter Rösler empreende em meados da década de 1950, na Alemanha, uma série de estudos pioneiros, com uma casuística notável (cerca de 7.000 sujeitos), procurando relacionar o comprimento dos dedos com uma série de características, físicas, psicológicas ou psicossociológicas (Voracek *et al.*, 2008).

Todavia, a comunidade científica parece não ter sentido grande apelo pelo estudo de tal matéria até há relativamente poucos anos. De algum modo, foi John Manning, a partir dos finais da década de 1990, quem primeiro chamou a atenção para a possível relevância científica do estudo da relação entre o comprimento relativo dos dedos, quer em homens quer em mulheres<sup>25</sup>, generalizando-se a partir daí o interesse, até hoje sentido, pelo tema.

Especificamente, Manning sugeriu a partir de um influente artigo de 1998, publicado conjuntamente com Scutt, Wilson e Lewis-Jones (*cf.* Manning *et al.*, 1998), e posteriormante em numerosos outros artigos, que a razão entre o comprimento dos dedos está associada aos níveis pré-natais de testosterona e estrogénio; sendo, aliás, possivelmente um indicador de tais

---

<sup>25</sup> Note-se que o próprio Manning foi alertado para a possível relevância deste tema, como objecto de estudo, ao tomar conhecimento do trabalho de Phelps, na década de 1950, e de Garn e colaboradores, cerca de vinte anos mais tarde. Efectivamente, o primeiro descobriu a influência do cromossoma X sobre o tamanho reduzido do dedo indicador (Voracek & Dressler, 2009); e, por seu lado, os segundos conseguiram estabelecer que a razão entre os comprimentos (osso/osso) das falanges é estabilizada por volta da décima terceira semana de gestação (Manning *et al.*, 2000).

níveis durante esse período fundamental da organização cerebral (Manning *et al.*, 2007; mas veja-se também Manning, 2002; Manning *et al.*, 2003). Mais exactamente, que entre os cinco dedos, os comprimentos dos dedos indicador e anelar (segundo e quarto dedos na notação antropológica; ou seja, 2D e 4D), respectivamente, são os mais afectados pelos níveis pré-natais de tais hormonas sexuais. Sendo, nesse âmbito, o *ratio* 2D:4D (ou seja, o quociente entre os comprimentos desses dois dedos) um biomarcador putativo dos níveis pré-natais de testosterona e estrogénio, proposição que, como se disse, irá apresentar e defender em numerosos escritos (isoladamente ou com eventuais colaboradores), defendendo muito especificamente que o *ratio* 2D:4D tende a estar correlacionado negativamente com os níveis pré-natais de testosterona e positivamente com os de estrogénio. Isto é, que se os níveis pré-natais de testosterona tiverem sido elevados, o padrão dos dedos (ou dígitos) tende a ser «masculinizado» (quarto dígito mais longo que o segundo; *ratio* inferior à unidade); se, pelo contrário, tiverem sido reduzidos, o padrão será «feminilizado» (um segundo dígito tendencialmente maior, ou igual, ao quarto; um *ratio* igual ou superior à unidade)<sup>26</sup> (*e.g.* Brown *et al.*, 2002b; Manning, 2002a; Manning *et al.*, 2000; McFadden & Bracht, 2003; McFadden & Shubel, 2002; Peters *et al.*, 2002). Naturalmente, sendo os fetos masculinos expostos a quantidades mais elevadas de testosterona<sup>27</sup>, os homens exibem tendencialmente um quarto dedo maior do que o segundo e, logo, um *ratio* 2D:4D inferior à unidade; simetricamente, as mulheres tenderão a manifestar um segundo e quarto dedos aproximadamente iguais ou até eventualmente um segundo dedo maior; logo um *ratio* 2D:4D igual ou superior à unidade será mais frequente entre as mulheres (Manning *et al.*, 1998).

---

<sup>26</sup> A descrição dos efeitos dos níveis pré-natais de testosterona sobre a morfologia dos dígitos integra-se na concepção do *Modelo da Feminização Passiva*. Segundo o modelo, a exposição do feto a quantidades elevadas de testosterona tende a conduzir à masculinização, ou desfeminização, do cérebro, do comportamento e da configuração do corpo (Mayhew *et al.*, 2007). Inversamente, a exposição a níveis reduzidos de testosterona, ou a níveis nulos, tende a feminizar e a impedir a masculinização dos mesmos. O presente modelo propõe ainda que as hormonas ováricas não exercem qualquer influência sobre a diferenciação sexual. Embora a testosterona seja considerada, usualmente, o agente principal da masculinização e desfeminização, muitas das suas acções dependem do seu metabolismo em outras substâncias, particularmente no estradiol ou na DHT (Collaer & Hines, 1995). Na perspectiva de Nyborg seria o estradiol, a hormona crítica dos processos de masculinização e desfeminização – Hipótese da Aromatização (Hurd *et al.*, 2008).

O modelo *Modelo da Feminização Passiva* é apoiado pelas experiências nas quais os machos foram castrados, ou lhes foi administrado anti-androgénios, e os seus comportamentos tipicamente masculinos diminuíram e os comportamentos tipicamente femininos aumentaram. Similarmente, o modelo foi suportado pelas experiências nas quais as fêmeas foram submetidas a uma ovariectomia e que, no geral, não manifestaram alterações no fenótipo, no comportamento sexual ou em muitos outros comportamentos, tipicamente femininos (Collaer & Hines, 1995).

<sup>27</sup> Para além da testosterona materna, que entra na corrente sanguínea do feto através da placenta, e da testosterona produzida pelas glândulas adrenais do próprio, o feto masculino tem uma terceira fonte, maior, de testosterona: os próprios testículos. No feto feminino, a fonte principal da testosterona são as glândulas adrenais (Ökten *et al.*, 2002).

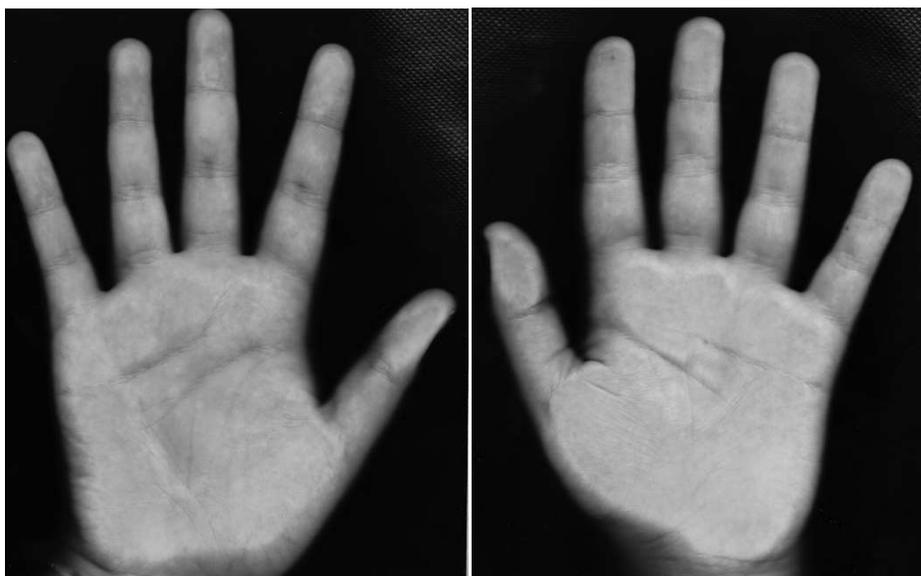


Figura 1: Exemplos de *ratio* 2D:4D <math>< 1</math> (esquerda) e

À volta dessa proposição central, Manning sugeriu ou defendeu várias outras proposições ou supostas características (que serão revistas no ponto seguinte), em especial o facto do *ratio* 2D:4D, para além de ser determinado durante o desenvolvimento intra-uterino, se fixar no indivíduo após o nascimento, não sofrendo grandes alterações a partir daí (veja-se *e.g.* Manning *et al.*, 1998; Manning *et al.*, 2002; Manning *et al.*, 2003). Como se verá adiante, as várias proposições de Manning sobre este putativo biomarcador têm conhecido diferentes níveis de aceitação, e de suporte empírico. Contudo, não restam dúvidas que, um pouco à semelhança do que sucedeu com a chamada «Hipótese Geschwind-Gallaburda» (referida no capítulo anterior) após o artigo «explosivo» de Geschwind e Behan em inícios da década de 1980, o artigo de 1998 veio suscitar um entusiasmo muito considerável pelo estudo do *ratio* 2D:4D. 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 multi-amostras), além de aproximadamente 70 dissertações, um pouco por todo o mundo, traduzindo dados recolhidos em trinta países (Voracek, 2009). (Para uma das análises mais exaustivas, ou mesmo a mais exaustiva, da literatura publicada entre 1998 e 2008 sobre esta matéria, incluindo citações e projecções de tendências futuras, veja-se Voracek & Loibl, 2008).

## 2. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Tal como o nome indica, o *ratio* 2D:4D começa por ser apenas uma razão ou quociente entre duas medidas. Contudo, desde o artigo inicial de Manning *et al.* (1998) que se tem aceite, apesar de críticas diversas, a possibilidade de ser também um indicador, útil, da exposição intra-uterina à testosterona. É nesse sentido, pelo menos no que diz respeito à espécie humana (uma vez que, como se verá na próxima secção, também sido estudado noutras espécies), que se pode falar das suas principais características entre as quais, o dimorfismo sexual, a estabilidade e a lateralidade.

Já foi referido no ponto anterior que Manning defendeu amiúde ser o *ratio* 2D:4D uma característica anatómica sexualmente dimórfica, tendendo os homens a exibir valores menores que as mulheres. E, de facto, as investigações dedicadas à análise de possíveis *ratios* humanos sexualmente dimórficos têm revelado que este se distingue como sendo o mais dimórfico; acrescentando que tal dimorfismo sexual é também observável em outros pares de dígitos, das mãos e dos pés (McFadden & Shubel, 2002). Porém, as dificuldades na medição do primeiro dígito (sobretudo a partir dos marcadores externos dos tecidos moles) reduzem, para efeitos práticos, a seis os possíveis dez *ratios* (2D:3D; 2D:4D; 2D:5D; 3D:4D; 3D:5D; 4D:5D). Por outro lado, talvez porque o dimorfismo sexual mais vincado desses restantes seis seja o do *ratio* 2D:4D, tornou-o o mais estudado. Porém, Manning *et al.* (2003), tal como McFadden e Shubel (2002), não deixaram de dedicar parte da sua atenção ao estudo dos seis *ratios*, das mãos e dos pés.

Manning *et al.* (2003) obtiveram os valores mais baixos nos *ratios* 2D:3D e 2D:4D, seguindo-se os *ratios* 3D:4D, 2D:5D, 4D:5D e finalmente o 3D:5D, notando ser nos homens (comparativamente) que se obtinham valores mais baixos (em todos os seis *ratios*) e apontando os *ratios* 2D:3D e 2D:5D (para além do *ratio* 2D:4D) como possíveis informadores válidos dos padrões de programação e crescimento fetal e sobre outras variáveis relacionadas com o sexo.

McFadden e Shubel (2002), por seu lado, haviam já revelado a existência de diferenças sexuais nos outros *ratios*, para além do 2D:4D, sendo tal dimorfismo mais evidente na mão direita. Porém, o tamanho apurado das diferenças sexuais foi significativamente mais elevado e o *ratio* 2D:5D não foi apontado como um dos mais sexualmente dimórficos. Acrescentando que o *ratio* 2D:4D é apenas quantitativa, e não qualitativamente, diferente dos outros *ratios*.

Um outro aspecto que merece ser mencionado, neste tópico, é que diversas investigações de cariz antropológico têm apurado que o *ratio* 2D:4D tende também a ser um traço contínuo e estável dentro da espécie humana. Com efeito, de acordo com Lippa (2003), tais investigações têm evidenciado que, desde tempos remotos, os homens são mais propícios a exibir um quarto dígito mais longo e as mulheres a manifestar o dedo indicador mais comprido.

No que diz respeito à lateralidade dominante do *ratio* 2D:4D, a literatura é algo heterogénea (Weis *et al.*, 2007): alguns resultados revelam-se mais consistentes para a mão direita, outros para a mão esquerda, outros para ambas as mãos e ainda outros revelam um padrão pouco aparente (Putz *et al.*, 2004). Apesar disso, os resultados mais comumente encontrados mostram um dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D mais evidenciado na mão direita (*e.g.* Bailey & Hurd, 2005; Manning *et al.*, 1998; McFadden & Shubel, 2002; Williams *et al.*, 2000; Weis *et al.*, 2007); do mesmo modo que evidenciam serem as correlações entre o *ratio* 2D:4D e as diversas variáveis estudadas, mais significativas na mão direita; ou obtidas unicamente nessa mão (*e.g.* Williams *et al.*, 2000; Brown *et al.*, 2002a; Csathó *et al.*, 2003b). [Note-se que o facto do dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D se evidenciar mais no lado direito é observado igualmente em estudos com animais, nomeadamente com ratos (Brown *et al.*, 2002a; 2002b) e com tentilhões-zebras (Burley & Foster, 2004), como adiante se verá.]

Enfim, ainda que muito sumariamente, as causas geralmente apontadas para o dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D ser mais evidenciado no lado direito do corpo (embora a este respeito existam opiniões divergentes) têm a ver, segundo alguns investigadores, com o mesmo fenómeno que ocorre na lateralização do cérebro, de acordo com a «Hipótese Geschwind-Galaburda» (ou «Modelo GBG») referida no primeiro capítulo. Isto é, o efeito dos níveis elevados de testosterona pré-natal (a redução do crescimento do hemisfério esquerdo) defendido pelos proponentes do *Modelo GBG* poderia igualmente ocorrer com outras estruturas bilaterais do corpo, incluindo as mãos; desse modo, níveis pré-natais elevados de testosterona conduziriam ao dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D mais vincado na mão direita.

Outros investigadores apontam para a possibilidade da densidade de receptores aos androgénios variar entre a mão direita e a esquerda. Sendo o lado direito mais sensível ao efeito de tais hormonas (Lippa, 2003), alguns autores (*e.g.* Manning *et al.*, 1998; Williams *et al.*, 2000), colocaram a hipótese de o *ratio* 2D:4D da mão direita traduzir uma maior sensibilidade à testosterona pré-natal (Dreiss *et al.*, 2008). Hipótese de algum modo apoiada nos resultados

de Jaminson e colaboradores, na década de 1990, sobre a associação entre a assimetria dermatoglífica e a testosterona, que revelaram (com elevado grau de significância estatística) que um menor número de cristas e padrões de baixa intensidade nas mãos esquerdas, se associava a níveis de testosterona mais baixos; verificando-se o oposto nas mãos direitas, quando os níveis de testosterona eram mais elevados (Manning *et al.*, 1998). Note-se igualmente que alguns defensores da hipótese da maior sensibilidade da mão direita aos níveis pré-natais de testosterona sugeriram também que a DL-R, ou Dr-1 (diferença entre o *ratio* da mão esquerda e *ratio* da mão direita), poderia ser um biomarcador adicional da exposição pré-natal à testosterona (*e.g.* Manning *et al.*, 2004; Rahman, 2005).

Enfim, há quem explique a assimetria da lateralidade que se verifica no *ratio* 2D:4D, sugerindo que o comprimento do segundo dedo tende a ser maior na mão dominante; como a maior parte das amostras utilizadas é constituída por sujeitos destros, é por conseguinte compreensível que as diferenças sexuais e as correlações mais fortes sejam observadas no *ratio* 2D:4D da mão direita (Mayhew *et al.*, 2006).

### 3. RATIO 2D:4D NOUTRAS ESPÉCIES

Apesar das pesquisas neste âmbito serem ainda escassas, pelo menos até um passado recente (Dreiss *et al.*, 2008), pode afirmar-se, por um lado, que a situação tende a inverter-se, no sentido em que tem aumentado o interesse na área (Nelson & Voracek, 2009a); e que, por outro lado, os estudos até agora realizados têm permitido encontrar alguns dados dignos de nota no que diz respeito semelhanças no *ratio* 2D:4D entre a espécie humana e outras espécies, pertencentes a várias ordens. Estudos que, por outro lado, tem revelado (como tendência geral) que também nos animais o *ratio* 2D:4D é sexualmente dimórfico e/ou correlacionado com traços dimórficos.

Por conveniência de exposição, e não sendo esta uma síntese exaustiva, optou-se por agrupar alguns dos estudos mais citados em dois grandes grupos: primatas e não-primatas.

#### 3.1. Primatas

É consensualmente aceite a existência de semelhanças, físicas, comportamentais e até intelectuais entre a espécie humana e variadas outras espécies, dentro da ordem dos primatas, o que naturalmente tem a ver com a relativa proximidade filogenética. A nível das semelhanças físicas, que podem ser observadas em diversas zonas do corpo, nomeadamente na face,

nas mãos e nos dedos, pode-se destacar (a título de exemplo) que as medidas dos metacarpos e metatarsos dos esqueletos dos babuínos *Hamadryas* têm uma série de paralelismos com as do esqueleto humano; o que ilustra o facto de alguns estudos consagrados ao estudo do *ratio* 2D:4D em primatas não-humanos terem vindo a revelar, efectivamente, algumas semelhanças com aquilo que se conhece em relação à espécie humana nesta matéria.

McIntyre (2006) refere, por exemplo, que o *ratio* 2D:4D (justamente) desses babuínos tende a ser mais pequeno nos machos e na mão direita<sup>28</sup>, à semelhança do que sucede no *ratio* 2D:4D humano. Observação que se sucedeu a uma outra, mais ampla, no género *Pan*<sup>29</sup>, e que mostrou ser a média das diferenças sexuais do *ratio* 2D:4D muito idêntica à média obtida na espécie humana, sobretudo nos bonobos (McIntyre *et al.*, 2005). Já no caso dos chimpanzés comuns, referem Manning *et al.* (2000) a média é significativamente, mais baixa; ou seja, os chimpanzés comuns tendem a exibir *ratios* mais «masculinizados» do que os bonobos e os seres humanos.

Ainda nos chimpanzés comuns, foi possível observar-se um aumento tendencial, mas significativo, nas diferenças sexuais ao longo da idade (Manning *et al.*, 2000). Como posteriormente se verificará, este é um padrão fracamente observado nos seres humanos e, quando sucede, apenas em idades jovens.

Baseando-se nos resultados obtidos por McIntyre *et al.* (2005), McFadden & Bracht (2005) conjecturaram que os valores médios dos *ratios* 2D:4D dos gorilas fossem ainda mais baixos do que os dos chimpanzés comuns, mas seriam Nelson e Shultz (2009b) quem viria, mais tarde, a estudar o *ratio* 2D:4D dos gorilas (assim como de outros primatas), naquele que seria o primeiro estudo sobre a variabilidade do *ratio* 2D:4D num contexto evolutivo, ou seja, ao longo do grupo taxonómico dos primatas. O estudo destas autoras incluiu primatas grandes (orangotangos, gorilas, chimpanzés) e pequenos (gibões), tendo revelado, fundamentalmente, que os *ratios* 2D:4D humanos tendem a expressar-se dentro da linha dos homínídeos e, tal como previsto, entre os *Hylobatidae* (primatas pequenos) e os *Hominidae* (primatas grandes). Uma segunda revelação deste estudo foi a relação entre o *ratio* 2D:4D e a selecção sexual, que é, nos primatas antropóides, semelhante à relação homóloga existente na espécie humana (Manning, 2008). Com efeito, os machos de todas as espécies estudadas tenderam a exibir *ratios* 2D:4D mais pequenos comparativamente às fêmeas, embora o dimorfismo sexual não

---

<sup>28</sup> Porém, nos babuínos da Guiné a diferença sexual obtida no *ratio* 2D:4D seguiu a direcção oposta (McIntyre, 2006).

<sup>29</sup> O género *Pan* é constituído por duas espécies de chimpanzés: chimpanzés comuns e bonobos. Os bonobos são também apelidados por chimpanzés pigmeus ou chimpanzés anões. Por uma questão de conveniência, utilizar-se-á o termo «bonobo».

surgisse de forma igualmente consistente em todas as espécies. Particularizando, o que não deixa de ser interessante, o *ratio* 2D:4D tendeu a ser mais «masculinizado» nas espécies poligâmicas e nas espécies nas quais existe competição intra-sexual elevada, comparativamente às espécies marcadas pelo *pair bonding* e as relações monogâmicas, por um lado, e onde existe fraca competição intra-sexual; em ambos os casos, não se observaram diferenças significativas entre os sexos. Tais resultados vão ao encontro da concepção algo comum de que a exposição aos androgénios durante a vida intra-uterina pode ser um factor-chave para a competição entre machos.

Abra-se neste ponto um parêntesis para fazer uma pequena observação relativamente às diferenças do *ratio* 2D:4D dentro, e entre, os primatas. Segundo Nelson e Shultz (2009a), algumas diferenças inter-espécies observadas no *ratio* 2D:4D poder-se-iam atribuir a adaptações locomotoras que foram ocorrendo ao longo da evolução das espécies (*e.g.* para a aquisição de alimentos), à inércia filogenética e às diferentes proporções do corpo, ainda que de forma indirecta. Porém, no que diz respeito as primeiras, pensa-se que os comprimentos relativos do segundo e quarto dígito não são relevantes na locomoção. O que leva por exemplo Manning (2008) a postular que as diferenças inter-espécies observadas nos *ratios* 2D:4D, especialmente entre os chimpanzés comuns e os bonobos, se devem às diferenças inter-espécies a nível do comportamento sexual e desenvolvimento reprodutor. Tal como foi referido acima, tais diferenças estariam, por conseguinte, sobretudo associadas ao nível de poligamia e, nesse âmbito, com a competição intra-sexual entre machos.

Seja como for, notam McIntyre *et al.* (2009), ainda que as diferenças no *ratio* 2D:4D entre os chimpanzés comuns, os bonobos e a espécie humana possam resultar de adaptações funcionais divergentes ou, indirectamente, das diferenças nas proporções do corpo, ou ainda das diferenças no comportamento sexual, é provável que através do *ratio* 2D:4D se possa obter informação sobre a ontogenia das diferenças sexuais entre a espécie do género *Homo* e as espécies do género *Pan*, o que parece ser uma pista interessante.

### 3.2. Não-primatas

Os ratos de laboratório têm sido um dos animais mais utilizados (também) no estudo do *ratio* 2D:4D mostrando, o que pode parecer surpreendente, existir alguma semelhança com a espécie humana. Com efeito, Brown *et al.* (2002) revelaram que o *ratio* 2D:4D das patas da frente dos ratos tende, tal como nos seres humanos, a ser mais pequeno nos machos. Tal dimorfismo sexual foi observado quer em ratos adultos, quer em ratos recém-desmamados, o

que sugere um sistema taxonomicamente homólogo e amplo, no qual as diferenças podem ser consideradas (McIntyre, 2006). Por seu lado, Talarovičvá *et al.* (2009) testaram experimentalmente a administração (ou não) de testosterona durante o desenvolvimento fetal com ratos *wistar*<sup>30</sup>, constatando que a testosterona materna influenciou o comprimento do segundo e quarto dedos (assim como, logicamente, o *ratio* 2D:4D) dos descendentes. Quer no grupo experimental, quer no de controlo, os níveis de testosterona materna determinaram as diferenças sexuais do comprimento do segundo e quarto dedo da extremidade do membro esquerdo dianteiro e do comprimento do segundo dedo da extremidade do membro direito dianteiro — sendo tendencialmente os referidos comprimentos mais pequenos nas fêmeas. No grupo experimental, verificou-se que os descendentes, de ambos os sexos, tenderam a exibir comprimentos maiores do quarto dedo de ambos os membros dianteiros, comprimentos mais pequenos do segundo dedo da pata esquerda da frente e um *ratio* 2D:4D mais pequeno em ambas as patas da frente. Embora fossem obtidas diferenças sexuais mais evidentes no comprimento do segundo dedo, Talarovičvá *et al.* (2009) concluíram que os níveis pré-natais de testosterona influenciaram, em maior proporção, o comprimento do quarto dedo, o que vai ao encontro das diferenças sexuais observadas no comprimento dos respectivos dígitos dos seres humanos, conforme assinalam Manning *et al.* (1998).

No entanto, se, como se acabou de ver, existe evidência empírica que sugere similaridades a nível do *ratio* 2D:4D entre ratos e a espécie humana, existem igualmente estudos que indicam o oposto. A título de exemplo, Bailey *et al.* (2005) referem um estudo (não publicado) realizado com 274 ratos adultos, de 20 linhagens diferentes, no qual não foram observadas as diferenças sexuais comumente observadas nesta matéria; McMechan *et al.* (2004), por seu lado, observaram que machos de 38 dias (ou seja, adultos), tendiam a exibir o segundo e quarto dedos da pata esquerda, assim como o quarto dedo da pata direita, mais longos, comparativamente às fêmeas; e Hurd e *et al.* (2008) não obtiveram sequer qualquer diferença sexual no *ratio* 2D:4D dos ratos.

No mesmo sentido, Yan *et al.* (2008) foram um pouco mais longe, ao procurar relacionar o *ratio* 2D:4D de ratos com as respectivas aptidões físicas e comportamentos agressivos. Como adiante se verá, existe suporte empírico para que, entre a espécie humana, as aptidões físicas (ou competição atlética) mais desenvolvidas, assim como os comportamentos mais agressivos, estejam tendencialmente associados a *ratios* mais pequenos, ditos mais «masculinizados». Ora, inversamente, aquilo que Yan e colaboradores verificaram foi que os ratos

---

<sup>30</sup> A título de curiosidade, trata-se de uma variante albina do vulgar rato de laboratório (*Rattus norvegicus*), desenvolvida pelo Wistar Institute em 1906.

que exibiam maior actividade diária, ou eram os melhores corredores, assim como os ratos com maior propensão para morder, tendiam a exibir *ratios* 2D:4D mais elevados; isto é, mais «feminilizados». Ou seja, também este estudo parece contradizer a ideia de existirem semelhanças entre as duas espécies, nesta matéria.

A classe (em termos taxonómicos) das aves tem sido também bastante estudada, a nível do *ratio* 2D:4D, o que, parecendo insólito, não deixa de ser interessante, tanto mais que a asa de uma ave e o braço de um ser humano, observa McIntyre (2006), possuem estruturas óssea e muscular parecidas — resultado de um (longínquo) ancestral comum, recordam os evolucionistas. No entanto, nota ainda o mesmo autor, a generalização à espécie humana dos resultados obtidos nos estudos do *ratio* 2D:4D das aves tem sido controversa, controvérsia que advém naturalmente de divergências existente nas observações realizadas no *ratio* 2D:4D das aves e dos seres humanos mas também entre os *ratios* 2D:4D de aves da mesma espécie.

A título de exemplo, Burley e Foster (2004) estudaram o *ratio* 2D:4D de tentilhões zebra (*Taeniopygia guttata*), tendo obtido diferenças sexuais conforme se esperaria. Porém, o dimorfismo sexual observado seguiu a direcção oposta à prevista: as fêmeas tendiam a exibir *ratios* 2D:4D da pata direita mais pequenos, em relação aos machos. Para além disso, num estudo posterior com exemplares da mesma espécie, não se obteve sequer qualquer dimorfismo sexual no que diz respeito ao *ratio* 2D:4D. Os mesmo autores verificaram, igualmente, que o *ratio* 2D:4D vai aumentando dentro de cada sexo, em cada ovo que se sucede dentro de uma ninhada. Isto é: os níveis de androgénio diminuem com o número consecutivo de ovos das ninhadas (o que não acontece com a sucessão de irmãos, nos seres humanos, tal como adiante se verificará), sugerindo que existe um efeito de androgenização dentro dos sexos, oposto ao mesmo efeito entre os sexos (veja-se por exemplo, Dreiss *et al.*, 2008; Hurd *et al.*, 2008).

Os resultados divergentes entre as características do *ratio* 2D:4D das aves e da espécie humana são encontrados em várias espécies de aves. Romano *et al.* (2005a) estudaram este *ratio* em faisões (*Phasianus colchicus*), injectando experimentalmente doses de testosterona na gema de ovos, verificando que o *ratio* 2D:3D da pata esquerda das fêmeas injectadas com testosterona se revelou significativamente maior do que o seu homólogo no grupo de controlo; não se observando nenhum efeito de tratamento entre os machos. Ora, tal como já foi referido, na espécie humana é o *ratio* 2D:4D que se tem evidenciado como o mais sexualmente dimórfico (entre os dedos) enquanto que entre os faisões tal *ratio* não exibiu qualquer diferença sexual (McIntyre, 2006). Porém, posteriormente, Romano *et al.* (2005b) administraram estradiol nas gemas dos ovos dos faisões, tendo obtido uma diminuição significativa no *ratio*

2D:4D dos machos<sup>31</sup>. Por seu lado, Dreiss *et al.* (2008), estudando o *ratio* 2D:4D em andorinhas de celeiro (*Hirundo rustica*) também não encontraram um dimorfismo sexual estatisticamente significativo (os *ratios* 2D:4D de machos e fêmeas eram muito semelhantes).

No entanto, observaram que o *ratio* 2D:4D da pata direita tende a relacionar-se significativamente (na população estudada), com a massa corporal dos machos (negativamente) e das fêmeas (positivamente), antes da reprodução; negativamente com o tamanho da cauda; e nulamente com o canto dos machos<sup>32</sup>. O que é digno de nota, porquanto os dois primeiros achados, em especial, são consistentes com a hipótese da correlação negativa entre os níveis de androgénio fetais e o *ratio* 2D:4D; tanto mais quanto os espécimes estudados por estes autores mostravam um dimorfismo sexual no tamanho da cauda relativamente pequeno, em relação a outras populações de andorinhas, o que se poderá dever às quantidades elevadas de testosterona a que a população estudada esteve exposta durante o desenvolvimento fetal. Neste sentido, a ausência de dimorfismo sexual obtida no *ratio* 2D:4D pode estar relacionada com o pequeno dimorfismo sexual obtido no tamanho da cauda, já que este tende a correlacionar-se negativamente com o tamanho da cauda. Especificando: os níveis pré-natais elevados de testosterona, que ajudam a determinar o comprimento da cauda idêntico nos dois sexos, pode também estabelecer a semelhança do *ratio* 2D:4D entre os sexos da população estudada. Todavia, Dreiss *et al.* (2008) colocaram uma outra hipótese para a ausência de dimorfismo sexual no *ratio* 2D:4D: o desenvolvimento do comprimento da cauda e do *ratio* 2D:4D poderá ser determinado pela mesma pleiotropia dos genes.

Importa em, todo o caso reter que a relação obtida por estes autores entre o tamanho da cauda e o *ratio* do 2D:4D nesta população (recorde-se) de andorinhas de celeiro, conduziu a um maior afastamento dos resultados obtidos em outras espécies de aves<sup>33</sup> e, consequentemente, à possibilidade (ainda que sujeita a cauções várias) de transposição para a espécie hu-

---

<sup>31</sup> A ausência de dimorfismo sexual nos *ratios* dos dígitos dos faisões, que é uma espécie que depende muito da pata para a locomoção, pode sugerir que a selecção tem actuado para uma forma de pata particular e funcionalmente ideal, convergente nos dois sexos. Inversamente, nos tentilhões zebra, como a locomoção depende menos das patas, a selecção para uma forma particular das patas, convergente entre os sexos, pode ser mais fraca. Neste sentido, nos tentilhões zebra o dimorfismo sexual da espécie advém da susceptibilidade às hormonas sexuais de cada sexo (Burley & Foster, 2004). As diferenças no padrão do dimorfismo sexual entre as espécies pode, assim, resultar das diferenças na selecção natural forçada para uma forma de pé particular (Saino *et al.*, 2007).

<sup>32</sup> A massa corporal é um preditor de confiança da boa condição física dos machos das andorinhas de celeiro; o tamanho da cauda influencia a escolha das fêmeas pelos parceiros; o canto dos pássaros desenvolve-se e mantém-se sob a acção da testosterona, pois é esta que medeia os efeitos organizacionais no cérebro que influencia a produção do canto adulto (Dreiss *et al.*, 2008).

<sup>33</sup> A título de exemplo, o *ratio* 2D:4D dos tentilhões zebra e dos pardais de casa (*Passer domesticus*) tendeu a correlacionar-se positivamente com o tamanho da cauda do macho, assinalam ainda Dreiss *et al.* (2008). A incompatibilidade entre estas relações sugere um grau de variabilidade elevado na determinação genética do desenvolvimento dos dígitos, ou na interacção entre os genes e o ambiente, destas espécies de aves.

mana. (Saliente-se, numa nota final, que ainda segundo os mesmos autores a ausência de correlações entre o *ratio* 2D:4D e o canto do macho, poder-se-á dever a um problema de poder estatístico, que conteve a detecção da influência das hormonas pré-natais.)

Com maior prudência ainda deve ser feita a generalização à espécie humana de resultados obtidos nos estudos do *ratio* 2D:4D dos lagartos, que são aqui referidos sobretudo a título de curiosidade, nomeadamente porque são ainda escassos e os resultados têm exibido algumas divergências. Yan *et al.* (2008) revêem alguns desses estudos, referindo (por exemplo) diferenças significativas entre os *ratios* 2D:4D de lagartos de laboratório e lagartos em meio natural; ou, pelo contrário, a inexistência de diferenças significativas; ou ainda a existência de dúvidas dentro do mesmo estudo.

#### 4. VALIDAÇÃO ENQUANTO POSSÍVEL BIOMARCADOR

A influência dos níveis pré-natais de esteróides sexuais, em particular da testosterona, da di-hidrotestosterona (ou DHT) e do estrogénio, sobre os comprimentos do segundo e quarto dígito tem vindo a reunir na última década um corpo crescente de suporte empírico, pautado por várias descobertas interessantes. Por exemplo, investigações (relativamente) recentes revelaram que a testosterona e a DHT afectam o desenvolvimento da epiderme e derme dos dígitos (Ökten *et al.*, 2002); que existem receptores de estrogénio nos osteoclastos e osteoblastos<sup>34</sup>; que os androgénios fetais propiciam mudanças significativas na mineralização e no encurtamento do comprimento dos ossos; e que o estrogénio pode modular a expressão do grupo de genes *HOX* que, como se verá adiante, são responsáveis, simultaneamente, pela génese dos dígitos e das gónadas (Buck *et al.*, 2003).

Porém, os principais factores responsáveis pela validação do *ratio* 2D:4D, enquanto possível biomarcador aplicável aos seres humanos, são os resultados obtidos pelos estudos que envolveram o próprio *ratio*. Com efeito, desde os finais da década de 1990 que grande parte das investigações que utilizaram o *ratio* 2D:4D tem, efectivamente, vindo a validá-lo na sua qualidade de putativo biomarcador da acção dos níveis pré-natais de testosterona.

---

<sup>34</sup> Basicamente, recorde-se que os osteoblastos e os osteoclastos são dois tipos de células que formam o tecido ósseo. Os primeiros sintetizam a parte orgânica da matriz óssea enquanto que os segundos participam nos processos de absorção e remodelação do tecido ósseo.

McIntyre (2006) regista a este respeito, numa panorâmica global, que os trabalhos que têm vindo a ser desenvolvidos sobretudo por psicólogos, epidemiologistas, biólogos e médicos têm revelado o *ratio* 2D:4D como um método simples, fiável e amplamente aceite entre a comunidade científica na análise das variáveis dependentes da testosterona, logo nos primeiros tempos de vida, e em amostras grandes e representativas. Proposições que, porém, são um tanto contestáveis, sobretudo a que diz respeito à sua ampla aceitação na comunidade, conforme se verá adiante (em especial no subcapítulo dedicado às críticas).

Entre o corpo (crescente) de investigações que têm vindo a validar o *ratio* 2D:4D como um possível biomarcador da testosterona fetal, destacam-se naturalmente, dado o seu número, mas dado igualmente o estatuto de pioneiro (e de principal divulgador) do seu autor, aquelas que foram realizadas, co-realizadas ou dirigidas por John Manning. E de facto, ao traçar nas linhas seguintes uma breve panorâmica das principais linhas de investigação realizadas sobre este tema, acaba-se por se traçar (mesmo que involuntariamente) um pouco os passos deste investigador, que efectivamente esteve desde o primeiro momento no centro de grande parte do interesse manifestado pelo tema, e que, ao mesmo tempo, tem continuado a realizar estudos neste campo.

Em 1998, num dos primeiros artigos publicados sobre a matéria, Manning, defendeu que o *ratio* 2D:4D dos homens tende a correlacionar-se negativamente com ejaculações maiores, maior mobilidade do espermatozóide, níveis mais elevados de testosterona e níveis mais baixos de estradiol. Referindo ainda, no mesmo local (Manning, 1998), que, em ambos os sexos, *ratios* mais elevados tendem a correlacionar-se positivamente com a LH (hormona luteinizante), o estrogénio e a prolactina. Sustentando por outro lado, no mesmo ano e em colaboração com outros (Manning *et al.*, 1998), que mães com um *ratio* cintura/anca elevado (o que se associa geralmente a níveis elevados de testosterona e baixos de estrogénio; ou seja, a *ratios* 2D:4D baixos) tendiam a gerar crianças com *ratios* 2D:4D mais baixos.

Cerca de quatro anos mais tarde, em co-autoria (Manning *et al.*, 2002a) apresentava a hipótese de que os níveis de testosterona dos progenitores, durante o período da concepção, tendem a relacionar-se positivamente com o *ratio* do sexo dos descendentes; ou seja, que níveis elevados de testosterona dos progenitores, durante o período da concepção, tendem a associar-se com a concepção de um feto do sexo masculino. Afirmando ainda, no mesmo ano, que os *ratio* 2D:4D mais elevados nas mulheres tendem a associar-se a uma boa fluência verbal mas também ao cancro da mama (Manning *et al.*, 2002a).

No ano seguinte, em dois estudos de equipa (Manning *et al.*, 2003a; 2003b), foi sugerida uma relação negativa entre o *ratio* 2D:4D e a sensibilidade dos receptores de androgénio, medida pelo número de repetições trinucleotídicas CAG<sup>35</sup>, verificando-se que *ratios* 2D:4D mais baixos tenderiam a associar-se a menos elementos CAG, o que, por sua vez, apoiaria a associação directa entre diferenças sexuais do *ratio* 2D:4D e a acção do androgénio.

As perturbações globais do desenvolvimento, nomeadamente as que se agrupam sob o espectro do Autismo (e dentro destas o Síndrome de Asperger), assim como alguns comportamentos típicos da infância (tais como a hiperactividade e a cognição social pobre) foram associadas a *ratios* 2D:4D pequenos (Manning *et al.*, 2004), linhas essa que vieram a conhecer bastantes investigações posteriores, por parte de outros autores. No mesmo ano, também num estudo de equipa (Lutchmaya *et al.*, 2004), procurando-se em particular fundamentar o *ratio* 2D:4D enquanto medida dos níveis pré-natais dos androgénios em seres humanos, foi anunciado que o *ratio* testosterona/estradiol do líquido amniótico poderia ser um preditor significativo da diferenciação do *ratio* 2D:4D da mão direita, visto que tal *ratio* (testosterona/estradiol) exibira uma correlação negativa com o *ratio* 2D:4D, em crianças de 2 anos de idade; propondo-se ainda, no mesmo local, uma associação entre alguns traços comportamentais tipicamente masculinos (tais como dominância da mão esquerda e elevada capacidade visuo-espacial) e *ratios* 2D:4D baixos.

A todas estas linhas de investigação, de algum modo iniciadas por Manning, isoladamente ou em equipa, poderão juntar-se várias outras, enquanto potenciais validadoras do interesse e validade do *ratio* 2D:4D neste campo de pesquisa.

Alguns exemplos: pesquisas transversais (*e.g.* Manning *et al.*, 1998) e longitudinais (*e.g.* McIntyre *et al.*, 2005; Trivers *et al.*, 2006) têm corroborado a ideia de que o dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D parece não ser afectado pela puberdade; dois estudos efectuados com crianças com HAC mostraram que estas possuem *ratios* 2D:4D mais pequenos em relação a crianças de grupos de controlo (Brown *et al.*, 2002; Ökten *et al.*, 2002)<sup>36</sup>; Williams *et al.* (2003), estudando uma amostra de crianças com peso baixo à nascença (menos de 1,500 kg), obtiveram uma relação entre o *ratio* 2D:4D e as contagens das cristas dermatoglíficas (um traço também fixado no útero) e ainda com o peso e a circunferência da cabeça dos rapazes;

---

<sup>35</sup> É uma das combinações entre as quatro bases nitrogenadas ao longo da cadeia de DNA, neste caso corresponde à combinação: Citosina (C)-Adenina (A)-Guanina (G). A quarta base é a Timina (T).

<sup>36</sup> Um terceiro estudo, realizado por Buck *et al.* (2003), não obteve diferenças entre os *ratios* 2D:4D das crianças com HAC e do grupo de controlo. Contudo, tal como posteriormente se verificará, foram apontadas algumas lacunas metodológicas a este estudo.

van Anders *et al.* (2006) revelaram que mulheres com um gêmeo dizigótico do sexo masculino, portanto expostas a níveis mais elevados de testosterona durante a vida intra-uterina, tendem a exibir *ratios* 2D:4D mais baixos em relação a mulheres com um gêmeo do mesmo sexo; enfim, diversos estudos têm sugerido que o *ratio* 2D:4D se encontra correlacionado com o desempenho atlético masculino (*e.g.* Manning & Taylor, 2001).

## 5. DETERMINAÇÃO E ESTABILIDADE

Também o período da determinação do *ratio* 2D:4D tem sido alvo de alguma discórdia entre a comunidade científica. Em termos genéricos, grande parte da pesquisa sugere que tal proporção digital é determinada por volta da 14.<sup>a</sup> semana de gestação; ou seja, durante o período crítico no qual a testosterona exerce efeitos organizacionais sobre o desenvolvimento do feto (Lippa, 2003). Os defensores desta tese apoiam-se sobretudo na observação de que os *ratios* osso/osso das falanges se estabilizam por volta da 13.<sup>a</sup> semana (Manning *et al.*, 2000)<sup>37</sup>.

Porém, existem autores que apontam para um período de determinação mais precoce, por volta da 9.<sup>a</sup> semana de gestação (Stevenson *et al.*, 2007) enquanto que outros, pelo contrário, defendem uma determinação bem mais tardia, apenas na infância, referindo a ausência de qualquer diferença significativa obtida nos comprimentos dos dígitos entre os fetos dos dois sexos, durante todo o desenvolvimento intra-uterino (*e.g.* Malas *et al.*, 2006); ou ainda em resultados que sugerem ser o *ratio* 2D:4D apenas perceptível em crianças de dois anos de idade (veja-se *e.g.* Manning *et al.*, 2004).

No que diz respeito à estabilidade do *ratio* 2D:4D, depois de determinado, os resultados das investigações não são menos divergentes. Se por um lado, existem estudos que referem a inalterabilidade dos valores do *ratio* 2D:4D ao longo de todo o ciclo vital (não sendo por conseguinte nunca afectados pelas variações pós-natais dos níveis hormonais, nem sequer pelas fortes variações da puberdade), por outro, existem estudos que sugerem a existência de aumento dos valores do *ratio* 2D:4D ao longo da idade.

No primeiro grupo, inclui-se por exemplo o estudo invulgar de Manning *et al.* (2004) que, sendo um estudo transversal, incluiu no entanto sujeitos de várias etnias e zonas geográficas, num total de 798 participantes (crianças entre os 5 e os 14 anos), oriundos de Marrocos

---

<sup>37</sup> Na base desta proposição, encontra-se a revelação feita na década de 1970 por Garn e colaboradores e já referida anteriormente (Veja-se a nota de rodapé 25, página 21).

(etnia *Berber*), da China (etnias *Han* e *Uyгур*) e da Jamaica, não tendo apurado qualquer associação significativa entre a idade e o *ratio* 2D:4D, em ambas as mãos. Ou, também a título de exemplo, Manning & Leinster (2001), num estudo igualmente transversal, no qual participaram mulheres de dois grupos etários distintos (meia-idade e terceira idade) e onde até foram obtidas correlações positivas entre o *ratio* 2D:4D e a idade mas que no entanto se revelaram ligeiras, estatisticamente não significativas, não permitindo por conseguinte sustentar (nem negar) a existência de mudanças no *ratio* 2D:4D ao longo da vida.

No segundo grupo incluem-se sobretudo (e logicamente) estudos longitudinais que têm mostrado, segundo McIntyre (2006), apoiar a tese de que o *ratio* 2D:4D aumenta tendencialmente com a idade. É o caso, por exemplo, de Trivers *et al.* (2006), que revelam um aumento das médias do *ratio* 2D:4D apuradas com um intervalo de quatro anos. De modo análogo, Williams *et al.* (2003), analisando uma amostra de crianças escocesas em idade pré-escolar (com idades entre os 2 e os 5 anos), referem um ligeiro aumento no *ratio* 2D:4D com a idade, a uma taxa anual de 0,0008 na mão esquerda e de 0,012 na mão direita. Mas não são apenas os estudos longitudinais que parecem contestar a inalterabilidade do *ratio* 2D:4D: por exemplo Manning *et al.* (2000), trabalhando com uma amostra de 130 crianças jamaicanas, de idades compreendidas entre os 5 e os 11 anos, revelaram que o *ratio* da mão esquerda se correlacionava, positiva e significativamente, com a idade.

## 6. GÉNESE

À semelhança do que sucede com vários outros objectos de estudo, dentro e fora da Psicologia, surge também na explicação da génese ou determinação do *ratio* 2D:4D a tradicional clivagem, ainda que (talvez) mais moderada do que noutras matérias, entre os defensores do inato e do adquirido. Considerando os factores hereditários e ambientais como os dois pólos de um *continuum* (de interacção mútua), poder-se-á agrupar em dois blocos, algo artificiais mas não obstante úteis, os diferentes autores, consoante a sua maior ou menor proximidade, ou afinidade, com qualquer um deles.

### 6.1. Factores hereditários

No pólo dos factores hereditários, inscrevem-se por exemplo Mayhew *et al.* (2007), que sustentam que o consistente dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D obtido entre várias populações humanas em todo o mundo, que o dimorfismo sexual similar obtido nos *ratios* 2D:4D em ra-

tos e que a estabilidade do *ratio* 2D:4D ao longo de todo o ciclo vital, sugerem uma origem mais biológica que ambiental.

É natural que ao pensar-se numa origem mais biológica, a tendência seja atribuir aos androgénios pré-natais o papel de principais, ou únicos, responsáveis pela génese deste *ratio*. No entanto, observam Buck *et al.* (2003), para além dos esteróides andrógenos, existe a possibilidade de outros factores biológicos actuarem sobre a determinação do tamanho dos dígitos e tem efectivamente, assinalam Voracek & Dressler (2009), havido bastante empenho na descoberta do genoma do *ratio* 2D:4D. Contudo, notam Medland e Loehlin (2007), a totalidade do mapa genético do *ratio* 2D:4D permanece em grande parte desconhecida e o seu mapeamento será, com muita probabilidade, uma tarefa difícil executar. Basicamente, aquilo que se identificou no código genético do *ratio* 2D:4D até ao momento foi a presença dos genes *homeobox* (ou simplesmente genes *HOX*), o gene receptor do androgénio (ou simplesmente gene *RA*) e alguns genes ligados aos cromossomas sexuais, nomeadamente o gene *SHOX*.

Tal como já foi referido, os genes *HOX*<sup>38</sup> são responsáveis pela génese e desenvolvimento dos dedos (e nesse sentido pela génese do *ratio* do 2D:4D) e dos órgãos genitais, em simultâneo, facto que constitui o ponto de partida de parte da investigação desenvolvida neste âmbito, que se tem baseado na presença de receptores de estrogénio nos osteoclastos e osteoblastos e na capacidade do estrogénio modular a expressão dos genes pertencentes à família *HOX* (Saino *et al.*, 2006), como também já foi referido.

Dentro dos quatro grupos de genes *HOX*, os grupos *HOXA* e *HOXD* são os grupos de genes específicos que se expressam, claramente, na génese, crescimento e diferenciação dos dedos, das mãos e dos pés, e do sistema urinogenital. Segundo Kallai (2005), os genes *HOXA* e *HOXD* são também influentes na formação do esqueleto apendicular dos vertebrados e do desenvolvimento da região lombossacra; desempenhando ainda (unicamente) os genes *HOXD* um papel primordial na formação de uma subdivisão anatómica e fisiológica do intestino, o esfíncter ileocecal (Manning *et al.*, 2004).

O controlo comum e o mecanismo desenvolvimental similar dos genes *HOX* sobre os membros distais e os órgãos genitais, encontram suporte empírico nos casos da perda progres-

---

<sup>38</sup> Sem aprofundar (de modo nenhum) o assunto, que ultrapassa largamente o âmbito desta dissertação, é no entanto, dada a sua relevância nesta matéria, importante referir muito brevemente que os genes *HOX* foram identificados por Kondo e colaboradores, em finais da década de 1990 (Saino *et al.*, 2006) e que a espécie humana possui (tal como por exemplo os ratos) especificamente 39 genes *HOX*, organizados em quatro grupos, identificados pelas letras apostas A a D (*e.g.* Firman *et al.*, 2003; Manning *et al.*, 2003). Em termos funcionais, pode-se afirmar que os seus conteúdos são factores de transcrição, evolucionariamente conservados, conhecidos também por serem responsáveis pela coordenação da regulação temporal e espacial do desenvolvimento embrionário de todos os organismos multicelulares, incluindo os seres humanos (Williams *et al.*, 2003).

siva da função dos genes *HOX* (Csathó *et al.*, 2003a). A título de exemplo, tem-se verificado por exemplo que mutações nos genes *HOXA* e *HOXD* tendem a conduzir a reduções, ou malformações, no crescimento dos dígitos e na fertilidade nos mamíferos machos (mais precisamente, esterilidade), incluindo os homens. Tais mutações conduzem previsivelmente à relação negativa entre a assimetria desviada dos dígitos e o tamanho da ejaculação e a função do esperma nos homens (Manning *et al.*, 1998). A mutação mais frequente dos genes *HOX*, entre os seres humanos, ocorre no gene *HOXA13*, conduzindo à síndrome «mão-pé-genital» e à sindactilia<sup>39</sup> (Manning *et al.*, 2003a).

Por seu lado, o gene *RA* é responsável pela quantidade de androgénio segregado e pela sensibilidade ao mesmo, em cada sexo e, conseqüentemente, pelo crescimento do segundo e quarto dígitos (Gobrogg *et al.*, 2008). Com efeito, o dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D será o reflexo da variação alélica do gene *RA* (Bailey & Hurd, 2005). Tal como já foi referido, um *ratio* 2D:4D baixo tende a relacionar-se com uma sensibilidade elevada ao androgénio, medida pelo gene *RA*. Gene que está anexado ao cromossoma X e codifica uma proteína receptora que tem três domínios funcionais; um deles, o domínio terminal, tem um microssatélite CAG bastante polimórfico e codifica repetições de glutamina de comprimento variável. O comprimento repetido é normalmente distribuído em intervalos de 11 a 30 repetições, com uma média de 20 a 22 tripletos de CAG<sup>40</sup>. O número de repetições CAG não altera a ligação da testosterona ao receptor, mas afecta a ligação do complexo receptor-hormona ao DNA. Nesse sentido, o comprimento CAG relaciona-se negativamente com a sensibilidade à testosterona, sendo portanto compreensível que *ratios* mais pequenos se associem a um número pequeno de repetições CAG, e vice-versa (Manning *et al.*, 2003b).

Enfim, o gene *SHOX* está localizado na região pseudo-autossómica do braço curto dos cromossomas sexuais e é fundamental na determinação de uma altura dentro dos padrões normais. Segundo Brown *et al.* (2002), foi através do estudo de mulheres com síndrome de Turner, que os investigadores identificaram o gene *SHOX* no código genético do *ratio* 2D:4D.

---

<sup>39</sup> A síndrome *mão-pé-genital* caracteriza-se por uma abertura uretal deslocada e útero dividido, anomalias no segundo e quinto dígitos, metacarpos primários curtos, fusão dos ossos dos punhos e dedos grandes dos pés curtos. A *sindactilia* consiste na união de duas, ou mais, articulações dos dedos, podendo incluir a fusão dos ossos ou da pele entre os dedos, formando um tecido membranoso único. Para além da união das articulações, pode ocorrer também a formação de dedos, ou articulações, adicionais – *polissindactilia* (Manning *et al.*, 2003b).

<sup>40</sup> A insensibilidade profunda ao androgénio está associada a números elevados de repetições CAG, maiores que 40 (Manning *et al.*, 2003).

Com efeito, as anomalias observadas no esqueleto de tais mulheres, entre as quais o encurtamento dos metacarpos e as falanges do quarto dígito relativamente mais longas, têm sido atribuídas à haplo-insuficiência do gene *SHOX*.

Como suporte ao papel atribuído aos genes exclusivos do cromossoma X sobre a determinação dos dígitos, Brown *et al.* (2002) salientam o conhecido estudo de Garn e colaboradores, na década de 1970, onde se sustentou que o facto de as mulheres exibirem um dedo indicador mais longo poder-se-ia dever à herança, influenciada pelo sexo, de um gene envolvido na estrutura do esqueleto e que é dominante nas mulheres e recessivo nos homens; o também já referido estudo de Phelps<sup>41</sup> no qual se havia suposto o efeito do cromossoma X sobre um dedo indicador pequeno (Voracek & Dressler, 2009); e, por fim, a relação entre o cromossoma X e as síndromes associadas a anormalidades congénitas do esqueleto, entre as quais a hipoplasia das falanges e o encurtamento dos ossos metacarpos da mão (Buck *et al.*, 2003).

O suporte empírico quanto à identificação dos genes do cromossoma Y no código genético do *ratio* 2D:4D é mais reduzido. Contudo, Brown *et al.* (2002) referem que o cromossoma Y é capaz de desempenhar um papel idêntico ao cromossoma X, no que diz respeito às diferenças sexuais do esqueleto humano. O estudo de Gobrogg *et al.* (2008), nos Estados Unidos, envolvendo uma amostra de gémeos, vai ao encontro desta ideia: os efeitos do ambiente partilhado dos gémeos sobre o *ratio* 2D:4D são mais fortes para gémeos do sexo masculino do que para os gémeos do sexo feminino. Segundo os autores, este fenómeno poderia reflectir a contribuição genética dos genes do cromossoma Y sobre a diferenciação do *ratio* 2D:4D, dado que os gémeos do sexo masculino partilham, relativamente, o seu cromossoma Y.

Por seu lado, a hipótese do comprimento dos dígitos depender da expressão e interacção dos genes dos cromossomas sexuais, tem levado alguma investigação a tentar compreender de que forma o *ratio* 2D:4D é herdado. Os estudos vocacionados para este objectivo têm utilizado para tal efeito (calcular o grau de hereditariedade), usualmente, amostras de gémeos, famílias e animais. Porém, os estudos que trabalham com amostras de gémeos têm sido escassos: para além do atrás mencionado estudo de Gobrogg e colaboradores, no qual não existe referência à percentagem de hereditariedade do *ratio* 2D:4D, Hall e Love (2003), analisando uma amostra pequena de gémeas monozigóticas homossexuais, apuraram uma taxa de hereditariedade significativa, de 60%, sobre o *ratio* 2D:4D; Paul *et al.* (2006), no Reino Unido,

---

<sup>41</sup> Para ambos os estudos, consulte-se a nota de rodapé n.º 25, p. 39.

obtiveram níveis de hereditariedade considerados de moderados a altos — com efeito, pelo menos 66% da diferenciação do *ratio* 2D:4D encontrou explicação nos factores genéticos; van Anders *et al.* (2006) descobriram que o *ratio* 2D:4D da mão esquerda das mulheres com gémeo de sexo oposto foi significativamente mais baixo, comparativamente às mulheres com gémeo do mesmo sexo, o que levou os autores a sugerir que os androgénios pré-natais do gémeo do sexo masculino (sobretudo se presentes em quantidades elevadas) podem exercer um efeito de masculinização sobre o gémeo do sexo feminino, no momento em que o *ratio* 2D:4D é estabelecido; (note-se que o resultado deste estudo é consistente com a hipótese da transferência hormonal, referida no capítulo anterior); e, enfim, Voracek & Dessler (2007), na Áustria, num estudo que incluiu 44 homens e 70 mulheres, 36 pares de gémeos monozigóticos e 21 de gémeos dizigóticos, cujas ambas as análises (básica e avançada) sugeriram que o *ratio* 2D:4D é, essencialmente, hereditário, visto que as diferenças individuais no *ratio* 2D:4D se explicaram em 81% através dos factores genéticos aditivos, 19% através do ambiente não partilhado e 0% através do ambiente partilhado; tendo uma análise suplementar indicado que as mulheres gémeas de homens tendiam a exibir *ratios* 2D:4D significativamente mais pequenos, em relação às mulheres gémeas de mulheres; (note-se que tal como o estudo anterior, de van Anders e outros, este resultado é consistente com a predição da hipótese da transferência das hormonas sexuais).

De uma forma geral, em síntese, os resultados destes estudos convergem nos seguintes pontos: os factores genéticos aditivos contribuem substancialmente para a variação do *ratio* 2D:4D, isto é, o traço é altamente hereditário; os factores ambientais não partilhados são também significativos, mas pequenos; e os factores ambientais partilhados não são significativos, sendo muito menores ou nulos.

Os estudos com famílias parecem, igualmente, fornecer resultados válidos para a compreensão dos padrões hereditários do *ratio* 2D:4D, assim como podem ajudar a determinar se *ratio* é, ou não, um traço ligado ao sexo (Voracek & Dressler, 2009). Entre os estudos que incluíram famílias, Paul *et al.* (2006) referem um estudo que examinou os tamanhos relativos dos dedos, indicador e anelar, de pais e crianças (recolhidas de uma comunidade indiana, maioritariamente agrícola), através da comparação visual das mãos, estendidas e alinhadas em papel gráfico. A hereditariedade do *ratio* 2D:4D, na regressão pais-descendentes, situou-se entre os 40% e 68%, e na correlação da inter-classe completa de irmãos, entre os 33% e os 66%.

Manning, um dos autores que se dedicou ao estudo do *ratio* 2D:4D em famílias, por seu lado, descobriu que o *ratio* 2D:4D dos progenitores poderá predizer o *ratio* do sexo dos descendentes; mais exactamente, que *ratios* 2D:4D mais baixos dos progenitores aumentam a probabilidade de gerar fetos do sexo masculino (Manning *et al.*, 2002). A linha de pensamento de Manning baseia-se no facto de as progenitoras com níveis de androgénio mais elevados tenderem a ter mais filhos do que filhas (e logo na primeira gravidez), assim como tendem a ter filhos com *ratios* 2D:4D tipicamente mais «masculinos»; tendo a partir daí surgido também a conjectura de o *ratio* 2D:4D dos descendentes poder predizer o sexo dos irmãos mais novos, já que a co-variação negativa, observada entre o número de irmãos mais velhos do sexo masculino e o *ratio* 2D:4D, poderia resultar dos níveis maternos de androgénio elevados (Saino, *et al.*, 2006). Os estudos consagrados a esta hipótese têm verificado que o *ratio* 2D:4D dos homens tende a diminuir com o aumento do número de irmãos mais velhos do sexo masculino, mas não do sexo feminino. Por outro lado, o *ratio* 2D:4D das mulheres não tende a variar com o número, nem com o sexo, dos irmãos mais velhos (Robinson & Manning, 2000). Tais resultados levam a crer que, a variação do ambiente hormonal intra-uterino pode conduzir à diferenciação do *ratio* dos dígitos dos filhos, mas não das filhas, de acordo com a ordem do nascimento (Williams *et al.*, 2000). Porém, Saino *et al.* (2006) descobriram que o dimorfismo sexual no *ratio* 2D:4D foi significativo entre os primeiros nascimentos mas não nos nascimentos posteriores, ou seja, a ordem de nascimento não exerceu qualquer efeito sobre os comprimentos dos dedos dos descendentes de ambos os sexos. Na amostra estudada por Saino *et al.* (2006), o melhor preditor dos *ratios* dos dígitos foi o número de irmãos mais velhos do sexo feminino e não do sexo masculino; e não foi obtido qualquer efeito do *ratio* do sexo dos irmãos mais velhos, ou do número de irmãos, sobre os valores dos *ratios* 2D:4D das irmãs. Com efeito, os resultados da intervenção do número e do sexo dos irmãos mais velhos sobre os comprimentos dos dedos parecem diferir entre rapazes e raparigas, o que é consistente com provas anteriores. Contudo, contrariamente aos resultados de Williams *et al.* (2000) e de Robinson e Manning (2000), Saino *et al.* (2006) descobriram que o número de irmãs mais velhas exercia um efeito «feminizante» sobre os comprimentos dos dedos dos homens. Tais resultados, sendo baseados numa amostra grande, são bastante sugestivos, todavia, não proporcionam suporte preciso ao fenómeno do dimorfismo sexual dos *ratios* diversificar entre os que nascem primeiro e depois<sup>42</sup>.

---

<sup>42</sup> A hereditariedade estimada através das combinações de irmãos não foi maior do que a estimada das combinações das díades pais-crianças, o que reflecte a ausência de contributos dos genes recessivos e dos efeitos de epistasia (sem interacções interloci) e ainda dos efeitos ambientais partilhados (no caso do *ratio* 2D:4D,

Os estudos realizados com animais têm igualmente revelado uma hereditariedade considerável do *ratio* 2D:4D. Voracek & Dressler (2009) referem, a título de exemplo, estudos realizados com tentilhões zebra, nos quais a hereditariedade se situou entre os 70 e 80%. Ou um estudo com *macacos rhesus* (embora numa amostra de tamanho limitado), no qual a hereditariedade foi significativa para as díades mãe-filho, mas não para as díades mãe-filha.<sup>43</sup>

Enfim, ainda no conjunto de trabalhos que apoiam os factores hereditários na génese do *ratio* 2D:4D, devem ser mencionados os resultados obtidos num estudo peculiar empreendido por Voracek, Bagdonas e Dressler (*cf.* Voracek *et al.*, 2007), ao redescobrirem um estudo esquecido pela antropometria do final do século XIX, de Brennsohn, com a população báltica (lituanos), o que os levou a proceder ao estudo dos *ratios* 2D:4D da população lituana actual e à comparação entre as duas *coortes*, tendo emergido de tal comparação uma hereditariedade moderada do *ratio* 2D:4D. (Como a seguir se verá, este estudo contribuiu igualmente para demonstrar a influência dos factores ambientais sobre o *ratio* 2D:4D.)

## 6.2. Factores ambientais

No pólo dos factores ambientais inscrevem-se por exemplo McIntyre *et al.* (2006), para quem existem outros factores, ainda que não sejam bem conhecidos, para além da influência dos androgénios pré-natais e dos genes, que actuam sobre a génese do *ratio* 2D:4D. Isto é, não negando o facto de numerosos estudos associarem o ambiente pré-natal, especificamente a testosterona, à diferenciação do *ratio* 2D:4D, entendem que está longe de ser comprovada uma relação directa de causa-efeito. Yan *et al.* (2008) apoiam esta perspectiva, referindo que os factores capazes de influenciar o *ratio* 2D:4D vão mais além de uma elementar testosterona impulsionadora de virilidade.

Se os estudos que sugerem a estabilidade do *ratio* 2D:4D ao longo do ciclo vital dão suporte aos defensores da influência dos factores genéticos sobre a génese do *ratio* 2D:4D, então os estudos que, inversamente, revelam uma tendência (embora ligeira e muito pequena) do *ratio* 2D:4D aumentar com a idade, poderão apoiar aqueles que dão a primazia à influência dos factores ambientais (McIntyre *et al.*, 2006). Para Manning (2002), os factores ambientais actuam, presumivelmente, através da progenitora, afectando as condições intra-uterinas do

---

ausência de influências ambientais do útero). Estes resultados são também consistentes com os resultados obtidos nos estudos que envolveram gémeos (Voracek & Dressler, 2009).

<sup>43</sup> Note-se que este estudo assegurou que as mães estudadas tinham crias muito novas, de forma a minimizar as influências ambientais pós-natais sobre o *ratio* 2D:4D. Porém, a utilização de crias muito novas poderia também ter permitido ampliar os níveis de hereditariedade, através da exclusão dos possíveis efeitos ambientais não partilhados sobre o *ratio* 2D:4D, que ocorrem mais tarde na vida (Nelson & Voracek, 2009b).

feto, uma vez que o dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D é constatado em idades precoces e correlacionado com os níveis pré-natais de testosterona. A influência dos factores ambientais poderá apoiar-se igualmente nos estudos que tentaram comprovar a hereditariedade do *ratio* 2D:4D e falharam, quer com gémeos, quer com famílias. A este respeito, van Anders *et al.* (2006) referem a dissertação de doutoramento de Cohen-Bendahan, a qual revelou a ausência de diferenças entre os *ratios* 2D:4D de holandesas, com gémeo do mesmo sexo e do sexo oposto, embora as médias obtidas seguissem a direcção esperada. Também o maior estudo com gémeos, de Medland e Loehlin (2008), que testou explicitamente os factores genéticos não aditivos (efeitos de dominância e de epistasia), revelou que os seus efeitos eram nulos. Segundo Medland e Loehlin, (2008), os efeitos genéticos aditivos significativos indicados pelos estudos precedentes, devem-se aos intervalos de confiança amplos e ao poder estatístico limitado, na detecção dos efeitos ambientais comuns sobre o dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D. Note-se que o estudo de Medland e Loehlin, (2008) teve o cuidado de examinar a magnitude dos factores genéticos aditivos e dos factores genéticos não-aditivos (ou factores ambientais comuns), tendo obtido uma co-variação ambiental significativa no *ratio* 2D:4D de ambas as mãos, que reflecte as influências específicas individuais (*e.g.*, nutrição placentária pobre, acidente ou doença). Existem também estudos que envolveram famílias, os quais não obtiveram qualquer diferença sexual significativa sobre o *ratio* 2D:4D, o que leva a supor que afinal, os genes associados ao cromossoma X não desempenham o papel principal na origem do *ratio* 2D:4D (Medland & Loehlin, 2008). A título de exemplo, os resultados obtidos pelos estudos, que analisaram a relação entre o *ratio* 2D:4D e a ordem do nascimento e o sexo dos irmãos mais velhos, são divergentes. Tal como se verificou, Robinson & Manning (2000) não obtiveram qualquer efeito, estatisticamente significativos, do número de irmãos, ou irmãs, mais velhos, sobre o *ratio* 2D:4D dos homens (Saino *et al.*, 2006).

Por outro lado, existem estudos que têm sugerido, de forma directa, a influência do ambiente sobre o *ratio* 2D:4D. Tal como já referido, o estudo de Voracek *et al.* (2007), que procedeu à comparação dos *ratios* 2D:4D de duas *coortes* lituanas, separadas por mais de um século, além de evidenciar a hereditariedade moderada do *ratio* 2D:4D, esclareceu igualmente que os desreguladores endócrinos, presentes no ambiente, podem alterar a expressão pré-natal do *ratio* 2D:4D. Com efeito, Voracek e colaboradores sugeriam um possível aumento do *ratio* 2D:4D ao longo do tempo, que poderia atribuir-se ao efeito dos xenoestrogénios<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> Os xenoestrogénios são uma classe de disruptores endócrinos, ou seja, são compostos orgânicos que imitam os efeitos do estrogénio sobre o corpo. Os xenoestrogénios são encontrados em produtos comuns, tais

Na perspectiva de vários autores, são as diferenças étnicas obtidas no *ratio* 2D:4D que melhor reflectem a influência dos factores ambientais. De facto, ao longo da leitura para a presente revisão bibliográfica, constatou-se que as diferenças do *ratio* 2D:4D entre os grupos étnicos tendem ser, visivelmente, maiores, comparativamente às diferenças do *ratio* entre sexos (e.g. Manning *et al.*, 2000a; Yan *et al.*, 2008). A este respeito Voracek *et al.* (2007) manifestaram alguma surpresa. Outro facto apurado ao longo da leitura foi que o número de estudos que têm revelado uma variabilidade acentuada no *ratio* 2D:4D, entre grupos étnicos e nacionalidades, é já bastante elevado (Manning *et al.*, 2000a). Com efeito, na generalidade, as populações descendentes de África tendem a exibir *ratios* 2D:4D mais pequenos e em todas as idades. Todavia, são também obtidas diferenças evidentes no *ratio* 2D:4D, dentro de grupos nacionais, ou étnicos, racialmente idênticos (McIntyre, 2006). É o caso da população da Europa, sobre a qual Voracek *et al.* (2007) apresentam o seguinte cenário: os homens dinamarqueses exibiram uma média do *ratio* 2D:4D de 1,02 (Bang *et al.*, 2005)<sup>45</sup>. Com respeito a este valor, Manning (2005) referiu que nenhuma obra da literatura (referente a amostras de mais de vinte e cinco países diferentes, ou grupos étnicos, dos cinco continentes) revelou uma amostra masculina com uma média tão elevada; a média maior sucede-se na Polónia (0,99), seguidamente no Reino Unido (entre 0,97 e 0,98), depois na Alemanha (0,96), continuamente na Bélgica (0,955), na Suécia (0,95) e na Lituânia (0,95) e, finalmente, sucede-se uma média de um *ratio* 2D:4D muito mais baixa, na Finlândia (0,94). Salienta-se que todos os valores referidos foram obtidos, exclusivamente, em amostras de sujeitos do sexo masculino. Note-se que, surpreendentemente, a média lituana do *ratio* 2D:4D aproxima-se mais da média da Finlândia, da Alemanha e da Suécia, do que, propriamente, das médias obtidas na Polónia, que é vizinha sudoeste da Lituânia. Neste sentido, o estudo de Voracek e colaboradores (2007) parece apoiar o facto de as diferenças do *ratio* 2D:4D entre populações não se explicarem através de modelos simples de gradiente. Voracek *et al.* (2007) acrescentam que tem sido revelado que os homens ingleses e espanhóis tendem a exibir *ratios* 2D:4D maiores do que os alemães e estes, *ratios* maiores do que os finlandeses e os jamaicanos. Os últimos resultados foram obtidos também entre mulheres.

---

como, cosméticos, detergentes, pesticidas, plásticos, entre outros. Como seria de esperar, as cargas ambientais de xenoestrogénios têm aumentado, significativamente, com o processo de industrialização e com as sociedades consumistas (Voracek *et al.*, 2007).

<sup>45</sup> Segundo Voracek e Dressler (2006), o valor do *ratio* 2D:4D dos homens dinamarqueses necessita ser considerado, excepcionalmente, elevado. Contudo, tal valor, que evidencia a feminização dos homens dinamarqueses, é consistente com o artigo anterior de Bang *et al.* (2005). Neste artigo, os autores haviam já referido para os homens dinamarqueses uma associação positiva entre a qualidade e quantidade fracas de esperma e a incidência de cancro nos testículos.

Sem qualquer intenção de analisar aprofundadamente os resultados obtidos na população finlandesa, salienta-se que apesar de se revelarem, consistentemente, os mais baixos entre os países da Europa já estudados, os dados dentro das amostras finlandesas têm-se revelado mistos. A título de exemplo, Manning (2002) revelou uma média para o *ratio* 2D:4D de, aproximadamente, 0,94 (numa amostra de 54 mulheres); Hurd e van Anders (2007), uma média ligeiramente superior, de 0,95 (numa amostra demasiado pequena, apenas com 17 mulheres); e Helle e Laaksonen (2009) uma média de 0,975, que como é possível constatar, é significativamente mais elevada. Note-se que Helle e Laaksonen (2009) analisaram o *ratio* 2D:4D, de ambas as mãos, de uma amostra geograficamente diversa, constituída por 287 mulheres finlandesas, nascidas entre 1946 e 1958, que participaram num programa de prevenção/protecção ao cancro da cervical em Turku (sul-oeste da Finlândia).

As diferenças étnicas do *ratio* 2D:4D observadas em populações adultas são igualmente observáveis em crianças, exibindo o mesmo grau de significância estatística. Com efeito, alguns estudos têm revelado que as médias dos *ratios* dos dedos das crianças caucasianas são mais elevadas, comparativamente a crianças negras; a média mais baixa do *ratio* 2D:4D foi obtida em crianças jamaicanas afro-caribes e a mais alta em as crianças orientais; e também as crianças finlandesas exibiram uma média do *ratio* 2D:4D bastante baixa<sup>46</sup> (Manning *et al.*, 2004).

Manning propôs que a variabilidade étnica do *ratio* 2D:4D poderia dever-se aos sistemas de casamento e níveis de poligamia. Mais exactamente, Manning sugeriu que o *ratio* 2D:4D poderá estar associado a adaptações comportamentais e físicas, determinadas sob a pressão da selecção sexual. A competição elevada entre machos pelas fêmeas, como se verifica nos sistemas de poligamia, poderia conduzir à exposição fetal a níveis elevados de androgénios (*e.g.* Manning *et al.*, 2004b; Manning, 2008). Para justificar esta sua sugestão, Manning faz referência às associações entre o *ratio* 2D:4D e as taxas de sucesso na conquista de parceiros e na reprodução, como por exemplo, a correlação negativa entre o *ratio* 2D:4D e o número de crianças geradas por homem e a correlação positiva com o estado civil de matrimónio das mulheres (Manning *et al.*, 2003). Também Fink *et al.*, (2006), com base nas diversas associações entre o *ratio* 2D:4D e os traços associados ao sexo, propuseram que o estudo da variabilidade humana do *ratio* 2D:4D se deveria integrar no campo de trabalho da teoria da selecção sexual.

---

<sup>46</sup> Todos os dados referidos neste parágrafo sugerem que nem todas as populações caucasianas são altamente estrogenizadas antes do nascimento (Manning *et al.*, 2004).

Porém, Manning sugeriu também que as diferenças inter-étnicas, obtidas nas médias do *ratio* 2D:4D, surgem em função da latitude. Na perspectiva deste autor, as populações residentes em zonas de latitudes intermédias tenderiam a manifestar *ratios* mais elevados; e as populações residentes na zona do equador, e em locais de altitudes elevadas, tenderiam a exibir *ratios* mais baixos. De facto, diversos investigadores referem há já algum tempo a latitude como factor de influência sobre a evolução da forma do corpo da espécie humana. Com efeito, os seres humanos modernos seguem a regra de Allen – populações residentes em climas frios tendem a exibir membros e segmentos distais dos membros mais curtos. Segundo Hurd e van Anders (2007), tal regra foi observada nas populações estudadas por Manning e seus colaboradores. Porém, os dados recolhidos por Loehlin *et al.* (2006) parecem não se enquadrar na mesma tendência, tendo obtido diferenças entre os *ratios* dos sujeitos britânicos e norte-americanos (dos estados do Texas e da Califórnia). Para a explicitação de tais diferenças, Loehlin *et al.* (2006), além de apontarem as diferenças genéticas entre as duas amostras, sugeriram, a influência da latitude das respectivas regiões (ou alguma variável ambiental que varia, sistematicamente com a latitude, tal como o tamanho dos dias ou a exposição à luz solar). Com efeito, a população britânica passa a vida, pré e pós-natal, em latitudes mais altas, em relação à população norte-americana. É certo que a base para uma possível relação entre o comprimento dos dedos e a latitude é amplamente teórica, todavia, é conhecido que a latitude faz variar o comprimento dos dias e que estes, por sua vez, exercem uma função sobre o regulamento do crescimento e da reprodução do reino animal e vegetal. De forma a aprofundar o conhecimento dos efeitos da latitude sobre o *ratio* 2D:4D, Loehlin *et al.* (2006) decidiram também analisar se o *ratio* 2D:4D dos australianos se assemelhava mais ao *ratio* dos britânicos ou ao dos norte-americanos (também do Texas e da Califórnia do Sul). Como se sabe, a distância a que os australianos se encontram do equador assemelha-se mais à distância a que os norte-americanos se situam do mesmo, do que à distância dos britânicos. Neste sentido, Loehlin *et al.* (2006) colocaram a hipótese de que os australianos exibissem *ratios* 2D:4D mais idênticos aos *ratios* dos americanos do que aos dos britânicos. Porém, os resultados não corroboraram tal hipótese. Com efeito, os australianos tendem a exibir *ratios* mais similares aos *ratios* dos britânicos. Assim sendo, com base nestes resultados, parece mais plausível afirmar que os *ratios* 2D:4D reflectem as diferenças genéticas entre os australianos e os americanos<sup>47</sup>. Ainda assim, Loehlin *et al.* (2006) afirmaram que tais

---

<sup>47</sup> É sabido que os australianos herdaram a maioria dos seus genes dos antepassados britânicos. As amostras caucasianas dos EUA também, no entanto, herdaram igualmente muitos outros genes de imigrantes pertencentes a populações da Europa Ocidental e Oriental e da Escandinávia.

resultados não invalidam a possibilidade de algum factor ambiental (ou mais do que um) influenciar a variabilidade dos *ratios* 2D:4D, exibida entre sujeitos britânicos e americanos.

Note-se que, também o já referido estudo de Helle e Laaksonen (2009), que envolveu mulheres finlandesas, pode fornecer suporte empírico à influência da latitude sobre a variabilidade do *ratio* 2D:4D. Com efeito, verificou-se que a média obtida para o *ratio* 2D:4D (0,975), quando regredida contra a latitude, manifesta uma tendência para uma associação convexa. Ou seja, inicialmente, o *ratio* 2D:4D aumenta com latitudes elevadas mas, posteriormente, os valores do *ratio* 2D:4D param de aumentar, começando mesmo a diminuir, ao longo das latitudes muito elevadas. De forma a conferir mais valor científico à questão, Helle e Laaksonen (2009) dedicaram-se também a investigar a variação geográfica sobre o *ratio* 2D:4D dessas mulheres finlandesas. Considere-se que apesar de todas as mulheres residirem na mesma cidade, a localidade de nascimento das mesmas era diferente, o que levou Helle e Laaksonen (2009) a examinar se a latitude ou longitude do local de nascimento se relacionava com o *ratio* 2D:4D. O modelo estatístico utilizado não revelou qualquer relação entre o *ratio* 2D:4D das mulheres e a longitude do respectivo local de nascimento; curiosamente, revelou que o *ratio* 2D:4D das mulheres diminui 0,0022 por um nível a menos na latitude, ou seja, o *ratio* diminuiu do Norte para o Sul da Finlândia (desde 0,979, no sul da Finlândia, para 0,962 do norte da Finlândia). Apesar destes resultados contrastarem com a tendência linear positiva entre o *ratio* 2D:4D e a latitude, corroboram a hipótese de que o *ratio* 2D:4D tende a diminuir ao longo de latitudes elevadas.

Em suma, parece, de facto, existir uma associação entre a latitude e variabilidade do *ratio* 2D:4D, que parece ser mais convexa do que linear<sup>48</sup>. Contudo, segundo Helle e Laaksonen (2009) são necessários mais dados de populações nórdicas para confirmar a forma de tal associação. Também para os mesmos autores, a relação entre a latitude e a variabilidade do *ratio* 2D:4D ao mesmo tempo que parece interessante, torna-se intrigante, pois parece não existir qualquer razão *a priori* que explique tal relação. Naturalmente, poder-se-ia invocar a temperatura, a luz solar e/ou o comprimento dos dias, como factores potenciais que medeiam os efeitos da latitude. Contudo, se a associação entre o *ratio* 2D:4D e a latitude revela ser curvilínea, o comprimento dos dias, ou a temperatura, não podem responder à questão. Neste

---

<sup>48</sup> Após a análise do estudo de Helle e Laaksonen (2009), considera-se necessário atender à latitude do local onde a pesquisa é realizada e do local de nascimento dos sujeitos. A diferente localização, do nascimento e da residência actual, poderá conturbar os efeitos dos factores genéticos ou dos ambientais sobre os níveis pré-natais de hormonas sexuais e, presumivelmente, sobre os *ratios* dos dígitos. Com efeito, a variação latitudinal poderá ser uma fonte de erro em qualquer estudo vocacionado para a análise da variação geográfica do *ratio* 2D:4D.

sentido, a variabilidade do *ratio* 2D:4D entre as nacionalidades poderia, estar, com maior probabilidade, relacionada com as diferenças genéticas entre populações. Além disso, a latitude não é capaz de explicar a totalidade das diferenças dos *ratios* 2D:4D entre populações, uma vez que o efeito da latitude pode não ser completamente independente dos efeitos organizacionais da testosterona (Hurd & van Anders, 2007). Embora o *ratio* 2D:4D altere, significativamente, entre os grupos macro-étnicos (Manning *et al.*, 2007), existem bastantes estudos que suportam a ideia de que as diferenças genéticas entre populações contribuem, significativamente, para a variabilidade do *ratio* 2D:4D (Loehlin *et al.*, 2006). Neste sentido, parece concebível que a influência ambiental e a predisposição genética interajam sobre a gênese do *ratio* 2D:4D e que se intensificam um ao outro (Weis *et al.*, 2007). Com efeito, Voracek *et al.* (2007), afirmam que seria a combinação (em diferentes graus) entre os efeitos do acasalamento associativo, dos genes sexualmente antagonistas, das relações específicas entre sexos e dos xenoestrogénios ambientais, que determinaria a variação dos *ratios* 2D:4D, típicos de cada população.

## 7. MÉTODOS DE MEDIÇÃO

Existem várias técnicas para a medição dos comprimentos do segundo e quarto dígito, que incluem medições *directas* (ou físicas), realizadas na própria mão dos sujeitos ou no material esquelético de cadáveres; e medições *indirectas*, realizadas através de fotocópias, digitalizações, radiografias, fotografias digitais e desenhos dos contornos das mãos. Entre as técnicas mais usualmente utilizadas, têm-se destacado as medições *directas*, nas mãos, por um lado, e as fotocópias e as digitalizações por outro (Allaway *et al.*, 2009), embora pareça haver uma predominância das duas últimas (Kemper & Schwerdtfeger, 2009).

As medições *directas*, nos próprios dedos dos sujeitos, são feitas na face ventral da mão, desde a prega ventral proximal do dedo até à ponta do mesmo. No caso de se observarem várias pregas na base do dedo, a medição é feita a partir da prega que está mais próxima do dedo. Especificando, o comprimento do segundo e do quarto dedo subsiste, respectivamente, na distância entre o ponto médio da segunda e quarta junta metacarpofalangeal e a ponta do dedo (Malas *et al.*, 2006).

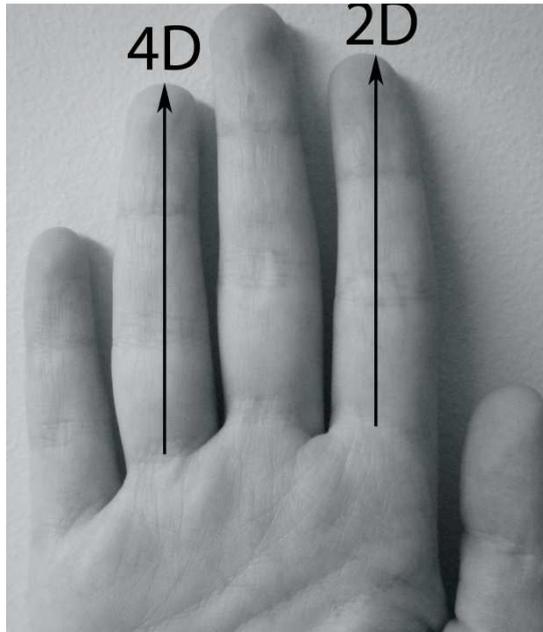


Figura 2: Medições do comprimento do segundo e quarto dedos.

Independentemente de serem realizadas medições directas ou indirectas, a maior parte dos estudos utiliza um paquímetro digital, com uma precisão de 0,01 milímetros (*e.g.* Fink *et al.*, 2004a), ou uma régua (*e.g.* Kemper & Schwerdtfeger, 2009).



Figura 3: Paquímetro digital

As medições directas dos dedos dos sujeitos são feitas, normalmente, pelos investigadores; no entanto, podem excepcionalmente ser feitas pelos próprios, tal como sucedeu no chamado «estudo BBC» (*cf.* Reimers, 2007; mas também Manning, 2010), estudo de grande amplitude, realizado através da *internet* com mais de 250.000 participantes, no qual os próprios sujeitos, além de medirem directamente os comprimentos dos seus dedos, calcularam o *ratio* 2D:4D, comunicando depois os respectivos valores aos investigadores.

Na medição dos dedos através de fotocópias das mãos, é solicitado ao sujeito que coloque a palma da mão virada para baixo, no centro do vidro da fotocopadora e é feita uma cópia, sendo necessário assegurar que os detalhes das principais pregas dos dedos são observáveis na fotocópia. O procedimento posterior é idêntico ao das medições directas: com o paquímetro, ou a régua, mede-se o comprimento dos dedos mas na fotocópia (e.g. Manning *et al.*, 2005). Os investigadores mais experientes recomendam que as medições nas fotocópias devam realizar-se por duas vezes, com um intervalo de dez semanas (normalmente), e que a segunda medição seja realizada sem conhecer o valor da primeira (Fink *et al.*, 2004a).

Na medição do comprimento dos dedos através das digitalizações das mãos (com uma resolução aconselhada de 200 dpi)<sup>49</sup>, ambas as mãos dos sujeitos são digitalizadas, numa escala real e as imagens são guardadas no computador para análise posterior. Os comprimentos dos dedos podem ser quantificados através de *software*, com um precisão de 0,1 mm, ou através das imagens digitalizadas impressas em papel, com o auxílio do paquímetro ou da régua (tal como no método das fotocópias). Grande parte dos investigadores concorda que a medição realizada através de *software* permite a ampliação, o ajuste ou o contraste da cor da imagem, permitindo dessa forma aperfeiçoar e facilitar a identificação das pregas das mãos. Contudo, Kemper e Schwerdtfeger (2009) são da opinião que o paquímetro é preferível, visto que a sua precisão é dez vezes superior à do *software* (0,01 mm e 0,1 mm, respectivamente), o que tem levado alguns investigadores a optar por imprimir as imagens digitalizadas e utilizar o paquímetro (Schwerdtfeger & Heer, 2008).

Enfim, nos desenhos dos contornos das mãos, o examinador procede a um esboço da superfície ventral das mãos e o processo de medição do comprimento dos dedos é idêntica aos métodos apresentados anteriormente: através de uma paquímetro, ou régua, desde a prega basal do dedo até à ponta deste (Bang *et al.*, 2005).

Como sucede com qualquer metodologia, em qualquer área de investigação, os métodos atrás citados têm vantagens e pontos fracos, incidindo estes, essencialmente, sobre a questão da viabilidade e custos (Allaway *et al.*, 2009). Com efeito, as medições directas tendem a revelar um grau elevado de reiteração, contudo, têm sido associadas a tempos mais elevados na recolha da amostra e as medições podem tornar-se difíceis de realizar devido aos movi-

---

<sup>49</sup> Ou seja, «pontos por polegada».

mentos das mãos dos sujeitos (particularmente se forem crianças). Além disso, a média do *ratio* 2D:4D obtida nas medições directas tende a ser discordante da média do *ratio* 2D:4D obtida através das fotocópias, tendendo a primeira a ser mais elevada (Caswell & Manning, 2009). A título de exemplo, no estudo de Allaway *et al.* (2009) foram utilizados quatro métodos de medição: fotocópias, digitalizações impressas, medições físicas e assistidas por *software*. Apesar do dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D ser detectado nas quatro técnicas, em ambos os sexos, os *ratios* mais baixos foram obtidos no método das fotocópias, das digitalizações impressas e das medições assistidas por *software*. As auto-medições directas manifestam ainda a vantagem de recolher de um grande número de sujeitos. Foi o caso do já referido «estudo BBC» que recrutou cerca de 250.000 participantes (Manning *et al.*, 2007). Porém, existem preocupações relativas a possíveis dados falsos fornecidos pelos sujeitos. É provável que a auto-medição introduza um erro ao acaso, considerável, sobre as medições dos comprimentos dos dedos. No entanto, note-se que no caso concreto do estudo BBC, é aceite que o *ratio* 2D:4D auto-medido recolheu variação suficiente entre os participantes para reflectir as diferenças étnicas e sexuais. Para validação da utilização das auto-medições, Caswell e Manning (2009) referiram que o comprimento dos dedos auto-medido tende a ser similar aos comprimentos dos dedos medidos por experimentadores (após alguns ajustes).

As fotocópias e as digitalizações impressas manifestam a vantagem evidente de permitir o acesso permanente aos registos e tempos curtos na recolha da amostra (Caswell & Manning, 2009; Manning *et al.*, 2005), além de produzirem, na maior parte das vezes, imagens claras e precisas (*e.g.* Manning *et al.*, 2005; Robinson & Manning, 2000; Voracek *et al.*, 2005, 2007). Porém, embora Manning *et al.* (2002, 2005) tenham, inicialmente, defendido a utilização das fotocópias, ultimamente têm referido que tal método conduz à obtenção de médias dos *ratios* 2D:4D mais baixas, comparativamente às medições directas. Os referidos investigadores recomendam, aliás, que não se utilizem fotocópias, argumentando que o pressionar da mão contra a superfície plana de vidro, faz com que as diferentes formas dos blocos de gordura (região tenar e hipotenar) sejam espalmadas, o que conduz a tamanhos absolutos maiores do quarto e quinto dedo e a tamanhos absolutos menores do segundo e terceiro dedo. Todavia, outras desvantagens têm sido mencionadas, entre as quais, a possibilidade de obter uma imagem distorcida, dado que a fotocópia de um dedo transforma um objecto tridimensional num objecto bidimensional. 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 esquerda. E, a distorção da imagem poderá afectar tanto o *ratio* 2D:4D, como a Dr-1. Manning e colaboradores acrescentam ainda que o método das fotocópias não controla os efeitos robustos da etnia

sobre o *ratio* 2D:4D<sup>50</sup> (e.g. Manning *et al.*, 2000; Manning *et al.*, 2007). Finalmente, uma última desvantagem apontada a tal método sobrevém do facto do equipamento utilizado, geralmente, não ser transportável (ver por exemplo Burriss *et al.*, 2007; Manning *et al.*, 2005).

Aquilo que sucede na medição dos dedos através das fotocópias, os sujeitos pressionarem a mão contra uma superfície plana de vidro, também ocorre no método das digitalizações das mãos através de *scanners* (Burriss *et al.*, 2007). Porém, várias razões apontam para que as digitalizações das mãos possam ser uma alternativa às fotocópias. Nas digitalizações das mãos os tempos de amostragem são pequenos, o que contribui para a retenção dos sujeitos do estudo. Acrescenta-se que a imagem é possível de aperfeiçoar, com o auxílio dos programas do computador, permitindo melhorar a nitidez das fronteiras e pregas dos dedos, o que por sua vez pode melhorar a fiabilidade da mensuração. A opção pela digitalização das mãos poderá ainda ser uma alternativa sensata em termos ambientais, pois aperfeiçoar a qualidade das imagens não implica o uso excessivo e desnecessário de papel e *toner*. Finalmente, refere-se que o armazenamento das imagens das digitalizações das mãos requer menos espaço físico e os arquivos de imagens, se forem adequadamente geridos, permitem bases de dados extensas. Na perspectiva de Allaway *et al.* (2009), a análise das imagens assistidas por computador é mesmo o método mais fiável para determinar o *ratio* 2D:4D.

Todavia, na perspectiva de Buck *et al.* (2003), o método mais recomendável para o efeito é a medição através de radiografias. Tal método é aconselhado por evitar potenciais imprecisões dos métodos supracitados, pois não é necessário identificar os pontos anatómicos da superfície da pele. No entanto, tem-se verificado que o uso de radiografias induz a *ratios* 2D:4D mais baixos (e.g. Manning *et al.*, 1998; Williams *et al.*, 2000). Em suporte a esta observação referem-se os resultados obtidos num estudo que utilizou uma amostra de crianças jamaicanas, de ambos os sexos, no qual se mediram os comprimentos dos dedos através de radiografias e fotocópias. Os *ratios* 2D:4D mais baixos foram obtidos na técnica das radiografias, contudo, não foram obtidas diferenças sexuais. Estas foram bem evidentes no *ratio* 2D:4D obtido no método das fotocópias. Com efeito, a divergência entre os dois *ratios* reflecte as diferenças evidentes entre os dois tipos de mensuração. Porém, Manning *et al.* (2000) confirmaram uma correlação significativa entre as duas medições, sugerindo que os diferentes resultados podem dever-se ao facto das medições das fotocópias incluírem medições dos tecidos moles e dos comprimentos dos ossos. Neste sentido, têm emergido

---

<sup>50</sup> Quando se mede o *ratio* 2D:4D através das fotocópias, nas populações dos Estados Unidos, é comum ocorrer erros, dado que as populações dos Estados Unidos são constituídas por muitos grupos étnicos (Manning & Fink, 2008).

algumas preocupações relacionadas com a significância e precisão da medição dos tecidos moles enquanto marcador do verdadeiro comprimento dos dígitos e do desenvolvimento dos ossos<sup>51</sup> (Caswell & Manning, 2009).

No que diz respeito à fiabilidade das medições do *ratio* 2D:4D realizadas por múltiplos observadores, utilizando uma única técnica (veja-se *e.g.* Voracek *et al.*, 2007) e à fiabilidade das medições realizadas pelos mesmos observadores, mas utilizando técnicas variadas (veja-se *e.g.* Kemper & Schwerdtfeger; mas também Manning *et al.*, 2005), sabe-se muito pouco. Até há pouco tempo, os poucos estudos que compararam a fiabilidade entre várias técnicas de medição revelavam diferenças notáveis no *ratio* 2D:4D absoluto; a título de exemplo, Kemper e Schwerdtfeger (2009), utilizaram *software*, régua, paquímetro e auto-medições, tendo verificado que o menor tempo gasto na obtenção do *ratio* 2D:4D foi obtido na técnica auto métrica; cerca de 25 a 35% de menos tempo foi consumido quando utilizado o paquímetro e a régua. Contudo, referira-se que as auto-medições foram utilizadas como o último método e por todos os avaliadores, tornando difícil compará-las directamente com as outras três técnicas que foram contrabalançadas entre avaliadores. Os resultados do estudo de Kemper e Schwerdtfeger (2009) podem conduzir à interpretação que o *ratio* 2D:4D é dependente das técnicas utilizadas, o que poderá ter sérias implicações para um campo que necessita de uma ferramenta sólida em termos de precisão. Mas o que verdadeiramente os resultados de Kemper e Schwerdtfeger (2009) sugerem, é que pode ser inapropriado comparar estudos que utilizaram técnicas diferentes na medição dos comprimentos dos dedos. Na perspectiva de Allaway *et al.* (2009), mesmo diferenças subtis entre as técnicas podem ter o potencial de produzir resultados divergentes entre estudos. Todavia, os níveis de concordância obtidos entre os vários estudos têm sido suficientes para permitir retirar conclusões sobre os diferentes resultados dos grupos de pesquisa (Voracek *et al.*, 2009).

No que se refere às medições do *ratio* 2D:4D realizadas por dois, ou mais, avaliadores, suspeita-se que é possível que sejam as diferenças idiossincráticas entre os investigadores que conduzam às diferenças obtidas nos comprimentos dos dedos<sup>52</sup>. Porém, diversos estudos têm analisado a concordância e os erros inter-observadores, e nem sempre as variações do *ratio* se devem ao facto de as medições serem feitas por diferentes investigadores. Também a título de

---

<sup>51</sup> Segundo Caswell e Manning (2009) a ausência de dimorfismo sexual no *ratio* 2D:4D, determinado através das radiografias no estudo de Manning (2002), poderá reflectir igualmente as diferenças genéticas, ou étnicas, uma vez que a referida ausência não foi descoberta no estudo de posterior de Buck *et al.*(2003).

<sup>52</sup> A possível fraqueza mencionada, sobre o rigor da mensuração quando realizada por vários investigadores, não seria obtida nas auto-medições, nas quais há muitos investigadores, pois existe variabilidade suficiente entre os participantes, para revelar diferenças étnicas e sexuais, no *ratio* 2D:4D (McFadden & Shubel, 2002).

exemplo, McFadden e Shubel (2002) revelaram uma boa fiabilidade inter-observador, quando três observadores mediram os comprimentos dos dedos, utilizando paquímetros similares em digitalizações impressas da mão. Analogamente, os investigadores que têm utilizado programas de computador para medir o comprimento dos dedos têm exibido boa fiabilidade, intra e inter observador (*e.g.* Honekopp *et al.*, 2006b; Pokrywka *et al.*, 2005). No estudo de Voracek *et al.* (2007), no qual 17 observadores mediram o *ratio* 2D:4D de 50 participantes, foi obtido um acordo inter observador de 0,75 (o que representa um bom acordo) e uma fiabilidade inter-observador entre 0,94 e 0,96. No já referido estudo de Kemper e Schwerdtfeger (2009) foi calculado o acordo inter observadores e o erro inter observador, entre vários métodos. Embora todos os métodos obtivessem acordo inter-observadores suficiente, foi através da medição por *software* que se alcançou maior acordo inter-observadores, seguindo-se o paquímetro e, por último, a régua de plástico. Tais resultados são consistentes com a generalidade da pesquisa precedente. Também, em 2009, Allaway *et al.* avaliaram o nível da fiabilidade intra e inter-observadores, na medição do *ratio* 2D:4D realizada por três observadores experientes, que utilizaram o paquímetro (em medições físicas na mão, fotocópias e imagens digitalizadas impressas) e o *software*. No geral, este último exibiu, consistentemente, os níveis de fiabilidade, intra e inter observadores, mais elevados e as imagens digitalizadas impressas os níveis de fiabilidade mais baixos. Porém, outros estudos têm referido um acordo intra observadores de bom a excelente para o método do paquímetro (*e.g.* Csathó *et al.*, 2003a).

Para concluir, refiram-se algumas sugestões para a escolha do método de medição dos comprimentos dos dedos, feitas por Kemper e Schwerdtfeger (2009), que aconselham desde logo a reflectir-se bem antes de optarem pelo método e que consideram a questão da economia de tempo uma questão de importância menor, uma vez que as amostras, normalmente utilizadas, são de tamanho pequeno a moderado; apenas, excepcionalmente, no caso dos estudos que envolvam amostras grandes (ou muito grandes: veja-se *e.g.* Lippa, 2003, com um número de participantes superior a 50.000), é que, para além da precisão, o tempo dispendido poderá ser tomado em consideração; (neste caso, recomendam o método do paquímetro, devido à sua precisão de medida aceitável). Pelo contrário, não recomendam a régua, apesar da economia de tempo que proporciona, devido à sua precisão relativamente baixa. Ainda segundo os mesmos autores, se são esperadas associações baixas com outros métodos de medição, ou o tamanho da amostra é bastante moderado, o método mais adequado é o *software* do computador. Apesar de todas estas recomendações, Kemper e Schwerdtfeger consideram que, inde-

pendentemente da medida utilizada, todas têm revelado que o dimorfismo do *ratio* 2D:4D é significativo e que aparece cedo.

## **8. POSSÍVEIS RELAÇÕES COM TRAÇOS PSICOLÓGICOS**

Um número crescente de pesquisas tem vindo a utilizar o *ratio* 2D:4D com o objectivo de determinar a possível influência dos factores hormonais (peri-natais ou não) sobre a expressão de determinados traços psicológicos, nomeadamente, capacidades cognitivas, personalidade, perturbações psicológicas, interesses vocacionais, orientação sexual, lateralidade, entre outras (Bailey & Hurd, 2005). Para Voracek & Dressler (2007), o *ratio* 2D:4D tem-se revelado, neste âmbito, um bom preditor de vários domínios da Psicologia.

### **8.1. Capacidades cognitivas**

Tal como foi referido no capítulo inicial, nos últimos anos, variados estudos têm sugerido a existência de uma relação curvilínea entre a testosterona fetal e o desempenho cognitivo (nomeadamente no caso das capacidades espaciais), 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 *ratio* 2D:4D poderá ser um preditor das capacidades cognitivas, sustentam Csathó *et al.* (2003), nomeadamente as que são específicas do sistema nervoso central. De facto, os estudos que utilizaram o *ratio* 2D:4D no estudo das capacidades cognitivas têm revelado que o primeiro exhibe uma relação interessante com as segundas, tanto em homens como em mulheres (Henninifer & Hafetz, 2005). A tendência encontrada vai no sentido genérico de valores mais reduzidos do *ratio* 2D:4D tenderem a associar-se a um padrão cognitivo mais «masculino», isto é, a um desempenho espacial e numérico superior relativamente ao desempenho verbal; e inversamente, valores mais elevados do *ratio* estarem associados a capacidades verbais mais desenvolvidas.

#### **8.1.1. Capacidades espaciais**

Os estudos consagrados à relação entre o *ratio* 2D:4D e as capacidades espaciais têm revelado resultados divergentes. Numa panorâmica geral, tal relação surge por vezes como negativa, apenas nos homens ou em ambos os sexos; ou como positiva, mas apenas nas mulheres; ou nenhuma relação é obtida em nenhum dos sexos.

Entre os estudos que obtiveram correlações para ambos os sexos evidenciam-se as pesquisas de Buck *et al.* (2003), Collaer *et al.* (2008), Manning (2002) e Peters *et al.* (2007). Os primeiros tentaram analisar a relação entre a capacidade visuo-espacial e o *ratio* 2D:4D, tendo obtido, em ambos os sexos, relações entre as duas variáveis: nos homens, os *ratios* mais elevados associaram-se a uma menor precisão visuo-espacial; nas mulheres, os *ratios* 2D:4D mais baixos associaram-se a uma precisão visuo-espacial mais elevada. Também *et al.* (2008) tentaram analisar a relação entre o *ratio* 2D:4D e a capacidade visuo-espacial, utilizando o JLAP-15 (*Judgment of Line Angle and Position-15 Test*). De modo similar aos primeiros, obtiveram em ambos os sexos uma relação negativa, embora ligeiramente significativa, entre a precisão dos julgamentos no JLAP-15 e o *ratio* 2D:4D. Com efeito, estes resultados sugerem que os homens tomam decisões mais rapidamente perante estímulos acelerados, todavia, tendem a ser mais sensíveis a factores que aumentam a dificuldade do julgamento, ou tomam decisões de ânimo mais leve<sup>53</sup>. Manning (2002) testou as capacidades visuo-espaciais num subconjunto de uma amostra (78 sujeitos) utilizando o *Judgment of Line Orientation Test* (JLOT) e o *Mental Rotation Test* (MRT)<sup>54</sup>. Quando aplicado o JLOT, a previsão era que *ratios* 2D:4D elevados associar-se-iam a desvios angulares elevados. De facto, associações positivas foram obtidas entre as duas variáveis, ainda que não significativas. Quando aplicado o MRT, a predição era que *ratios* 2D:4D inferiores estariam associados a pontuações mais elevadas no mesmo. Com efeito, foi obtida uma relação negativa entre as duas variáveis e para ambas as mãos. Note-se que o dimorfismo sexual foi mais evidente nas pontuações do MRT. Finalmente, Peters *et al.* (2007), que também utilizaram o MRT, verificaram que os *ratios* 2D:4D de ambas as mãos, dos dois sexos, se correlacionaram, negativa e significativamente, com as pontuações obtidas no MRT. Com efeito, em homens e mulheres, *ratios* mais baixos correlacionaram-se com capacidades de rotação mental mais desenvolvidas.

---

<sup>53</sup> Em suporte aos resultados obtidos por Collaer e colaboradores, os próprios investigadores referem estudos que têm indicado que os homens são relativamente mais atentos a (ou dependentes das) propriedades euclidianas ou geométricas do ambiente espacial (*e.g.* direcções cardinais e distâncias) e que as mulheres são relativamente mais atentas a (ou depende dos) objectos ou pontos turísticos (Collaer *et al.*, 2008).

<sup>54</sup> No JLOT foi apresentado aos sujeitos o desenho de um navio, verticalmente orientado, contendo líquido. A superfície do líquido era marcada por uma linha horizontal. Foi solicitado aos sujeitos para desenharem uma linha (horizontal) que representasse a superfície do líquido num recipiente inclinado. Os desvios angulares da linha horizontal foram utilizados como índices negativos do desempenho no teste (Manning, 2002).

A versão do MRT utilizada continha 20 itens e o tempo foi limitado a dez minutos. Cada item exibia uma figura critério, duas alternativas correctas e duas incorrectas. As alternativas incorrectas eram idênticas à figura critério, mas desenhadas numa posição rodada em espelho relativamente à figura critério ou rodadas numa, ou duas, das suas estruturas. Eram dados dois pontos se os sujeitos escolhessem duas figuras e ambas estivessem correctas; um ponto se escolhessem apenas uma figura e tal estivesse correcta; e nenhum ponto se escolhessem duas figuras e apenas uma estivesse correcta ou ambas incorrectas. Tal sistema de cotação elimina a hipótese dos sujeitos responderem por adivinhação (*idem, ibidem*).

Entre os autores que obtiveram resultados significativos apenas para os homens, refira-se Manning (2002), num trabalho com amostras provenientes de quatro locais diferentes (Liverpool e Londres, Hungria e Suécia) e às quais foi aplicado o MRT. Em termos globais, os resultados mostraram nos homens das quatro amostras que *ratios* 2D:4D mais pequenos se correlacionaram, negativamente, com o desempenho no MRT; ou seja, os sujeitos obtiveram, consistente e significativamente, uma média mais elevada nas pontuações do MRT, exibindo assim uma capacidade espacial mais desenvolvida em relação às mulheres. Especificamente, na amostra de Liverpool, o *ratio* 2D:4D dos homens correlacionou-se negativamente, de forma significativa, com as pontuações obtidas no MRT; nas mulheres, tal relação foi positiva, mas não significativa. Na amostra húngara, o mesmo sucedeu com os homens, foi obtida uma relação negativa e significativa entre o *ratio* 2D:4D e as pontuações obtidas no MRT; porém, nas mulheres, a relação alcançada foi negativa, embora fraca e não significativa. As amostras de Londres e da Suécia eram pequenas. Contudo, também os homens com *ratios* 2D:4D mais baixos exibiram pontuações mais elevadas no MRT, comparativamente aos homens que exibiam *ratios* 2D:4D mais elevados; nas mulheres foi obtida, igualmente, uma relação negativa, embora fraca e não significativa.

Ainda no que diz respeito aos estudos nos quais foram obtidos resultados significativos unicamente nos homens, salientem-se McFadden e Shubel (2003), Henninfer e Haftez (2005), Sanders *et al.* (2002) e van Anders e Hampson (2005). Com efeito, tal como sucedeu com Manning, obtiveram uma relação negativa e significativa entre o *ratio* 2D:4D e as capacidades espaciais, apenas para o sexo masculino. É de salientar que van Anders e Hampson (2005) tiveram o cuidado de controlar os possíveis factores que poderiam afectar o desempenho espacial, tais como, a hora do dia e a fase do ciclo menstrual e ainda assim não alcançaram qualquer associação entre os *ratios* 2D:4D e as capacidades espaciais nas mulheres. É também de evidenciar que a correlação obtida por McFadden e Shubel (2003) foi significativa apenas para a mão direita dos homens.

É interessante referir neste ponto os estudos que ao tentar compreender a relação entre o *ratio* 2D:4D e as aptidões para o desporto, acabaram por corroborar, mais uma vez, a relação entre o *ratio* 2D:4D dos homens e as capacidades espaciais. A título de exemplo, num estudo desenvolvido também por Manning (2002), no qual utilizou um grupo experimental, constituído por sujeitos que praticavam *snowboard*, e um grupo de controlo, formado por sujeitos que não praticavam o desporto, revelou que os primeiros exibiam *ratios* 2D:4D mais baixos. Com efeito, os sujeitos que praticavam *snowboard*, provavelmente, foram expostos a níveis

pré-natais de testosterona mais elevadas durante o desenvolvimento cerebral, conduzindo a um maior desenvolvimento das capacidades visuo-espaciais, que por sua vez permitem (em parte) uma velocidade mais rápida na prática do *snowboard*.

Porém, no estudo de Csathó *et al.* (2003b) foram obtidas correlações significativas em mulheres. Tal estudo é considerado, por muitos, peculiar, pois estes investigadores propuseram-se a estudar a relação entre a navegação espacial humana e o *ratio* 2D:4D, utilizando uma tarefa real de aprendizagem de espaço, numa amostra exclusiva de mulheres (Csathó *et al.* (2003b). Dadas as diferenças sexuais na aprendizagem de locais e estratégias de descoberta, poder-se-ia prever uma relação entre a concentração de hormonas pré-natais e tais capacidades espaciais. De facto, Csathó e colaboradores (2003b) referiram que o *ratio* 2D:4D poderá ser um preditor das capacidades de navegação, em mulheres. Com efeito, revelaram que o *ratio* 2D:4D se correlacionou, negativamente, com a latência na descoberta da plataforma e com a identificação de sinalização, mas positivamente com a evocação espacial tardia. Ou seja, *ratios* 2D:4D mais baixos em mulheres numa tarefa real de labirinto, poderá prognosticar, que tais tenderão a exibir tempo de exploração mais longo, aprendizagem mais eficaz e memorização espacial elevada.

Para finalizar, é de salientar, ainda que sumariamente, que a literatura também regista os estudos nos quais não foram obtidas qualquer relação entre o *ratio* 2D:4D e as capacidades espaciais, quer em homens, quer em mulheres. É o caso, entre outros, de Austin *et al.* (2002), de Burton *et al.* (2005), de Coolican & Peters (2003) ou de Putz *et al.* (2004).

### 8.1.2. Capacidades numéricas

Têm sido obtidas relações significativas entre o *ratio* 2D:4D e o desempenho em provas numéricas, em ambos os sexos, ainda que, aparentemente, os relatos sobre tais relações sejam pouco comuns (Bull & Benson, 2006). Tal como os resultados obtidos nos estudos consagrados à relação entre o *ratio* 2D:4D e capacidades espaciais, os resultados referentes à relação entre o *ratio* e as capacidades numéricas são discrepantes. Segundo Henninfer e Hafetz (2005) as associações entre capacidades numéricas e o *ratio* 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 as aquelas que exibem *ratios* 2D:4D mais «masculinizados» manifestam capacidades numéricas

mais desenvolvidas. A título de exemplo, Kempel *et al.* (2005) revelaram que as mulheres com *ratios* 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*<sup>55</sup>, ou seja, com tempos de reacção menores. De facto, obtiveram uma relação positiva entre os *ratios* 2D:4D e os tempos de reacção, e apenas para a mão direita das mulheres. Como o processo *subitizing* representa um elemento do processamento matemático, não é possível 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 *ratio* 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 *ratio* 2D:4D da mão direita); e de Bull e Benson (2006) que tentaram estudar a associação entre o *ratio* 2D:4D e um elemento do processo numérico, que pode reflectir, parcialmente, o núcleo da representação numérica, utilizando o *Spatial-Numerical Association of Response Code* (SNARC)<sup>56</sup>. Com efeito, tanto os homens como as mulheres que exibiam *ratios* 2D:4D mais baixos, 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 exactamente, *ratios* mais «masculinizados» associaram-se a classificações mais

---

<sup>55</sup> 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 reacção 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 acto contagem posterior e aptidões matemáticas mais desenvolvidas (Brookes *et al.*, 2007).

<sup>56</sup> Como o efeito SNARC é observado em tarefas que não requerem uma avaliação da numerosidade, tal efeito é encarado como uma prova da activação 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).

elevados 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.

### 8.1.3. Capacidades verbais

A literatura relativa aos estudos relacionando o *ratio* 2D:4D e as capacidades verbais é, comparativamente às duas capacidades anteriores, escassa. Refira-se Luxen e Buunk (2005), por exemplo, que obtiveram uma relação entre o *ratio* 2D:4D da mão direita e a inteligência verbal (para além da inteligência numérica, já referida) em sujeitos de ambos os sexos; ou Henninfer e Hafetz (2005), também no estudo já referido (no qual utilizaram uma amostra de alunos de um colégio), que observaram em rapazes que exibiam *ratios* mais baixos um desempenho mais elevado nos testes de rotação mental mas que as raparigas com *ratios* mais elevados obtinham pontuações mais altas nas provas fluência verbal; ou ainda Putz *et al.* (2004) revelaram uma correlação significativa entre a fluência verbal e o *ratio* 2D:4D, porém, apenas nos homens.

De forma mais pormenorizada, refere-se o estudo de Manning e colaboradores (2003) e de Gallo *et al.* (2009). Os primeiros aplicaram provas de fluência verbal, semântica e fonológica<sup>57</sup>, a uma amostra de 100 mulheres e 100 homens, revelando que o *ratio* 2D:4D dos homens se associou positivamente a ambos os tipos de fluência, sendo a relação com a fluência verbal semântica estatisticamente significativa; nas mulheres, a relação entre o *ratio* 2D:4D e ambos os tipos de fluência foi positiva, embora mais forte para a fluência semântica, mas nenhuma significativa. Foi também observada a tendência dos homens com *ratios* 2D:4D mais pequenos na mão direita (isto é, com Dr-1 menores) revelarem fluência menor, ainda que sem relevo estatístico. Com base na relação positiva e significativa obtida entre o *ratio* 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.

---

<sup>57</sup> 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.

Num estudo mais recente, Gallo *et al.* (2009) propuseram-se estudar, em crianças a partir dos dois anos de idade (97 crianças do pré-escolar)<sup>58</sup>, 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 *ratio* 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-se negativa e significativamente com problemas de articulação de linguagem; nos sujeitos do sexo masculino de quatro anos, e idades inferiores, o *ratio* 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.

## 8.2. Personalidade

De acordo com Csathó *et al.* (2003a), as investigações têm revelado que as hormonas sexuais pré-natais são críticas no desenvolvimento da personalidade de ambos os sexos. Porém, segundo Williams *et al.* (2003), tais hormonas, especificamente a testosterona, desempenha um papel mais activo sobre a personalidade feminina. De facto, a literatura, como se verificará, indica que os resultados mais significativos são obtidos maioritariamente no sexo feminino.

Precisamente com o objectivo de estudar a relação entre os níveis pré-natais de testosterona e a personalidade, numerosas pesquisas têm utilizado o *ratio* 2D:4D na análise de diversas dimensões da personalidade, entre as quais agressividade, busca de sensações, assertividade, neuroticismo, amabilidade, abertura à experiência, entre outras.

No que diz respeito à *agressividade*, os resultados são mistos e contrariam, em certa medida, estudos anteriores que utilizaram metodologias alternativas de análise hormonal. Os estudos prévios revelaram, essencialmente, que os homens são mais agressivos, tanto verbal como fisicamente, embora na agressividade física, a diferença sexual fosse mais acentuada. Ora, como será possível constatar, alguns estudos que envolveram o *ratio* 2D:4D obtiveram resultados significativos apenas nas mulheres. A título de exemplo, em 2004, Benderlioglu e

---

<sup>58</sup> Os pais foram também envolvidos na investigação, de forma a fornecerem informação sobre o desenvolvimento da linguagem dos filhos (Gallo *et al.*, 2009).

Nelson expuseram uma amostra de sujeitos a condições de elevada provocação. Os resultados mais significativos foram obtidos apenas para as mulheres, nas quais os *ratios* 2D:4D mais masculinizados se associaram a índices mais elevados de agressividade física e verbal; e os *ratios* 2D:4D também mais masculinizados, mas apenas da mão direita, correlacionaram-se com níveis mais elevados de agressão reactiva (sendo esta medida através de cartas provocatórias); Bailey e Hurd (2005), inversamente, obtiveram relações significativas apenas para os homens. Particularizando, verificou-se que *ratios* 2D:4D mais baixos se correlacionaram com a agressividade física, mas não com a hostilidade, raiva ou agressividade verbal. em 2007, Fink e Manning (2004) estudaram também a agressividade mas em crianças oriundas do Reino Unido e da Áustria. De forma similar aos estudos que envolveram adultos, observaram que, em ambas as amostras, para ambos os sexos e nas amostras totais, os *ratios* 2D:4D mais baixos se correlacionaram com níveis de agressividade e comportamentos desviantes mais acentuados; finalmente, Hampson *et al.* (2008), utilizando o *Questionário de Agressão de Buss-Perry*, verificaram, nas mulheres, que os *ratios* mais masculinizados se associaram a pontuações mais elevadas na subescala da agressão; nos homens, *ratios* 2D:4D mais baixos correlacionaram-se, significativamente, com a agressão verbal. Salienta-se que, em ambos os sexos, as correlações significativas foram obtidas para a mão direita.

Relativamente à busca de sensação, os resultados entre sexos são também divergentes, apesar de, mais uma vez, o sexo feminino obter maior significância. Especificando, Austin *et al.* (2002), utilizando o *Inventário de Personalidade de Eysenck*, obtiveram, apenas para as mulheres, uma correlação negativa entre o *ratio* 2D:4D da mão esquerda e a busca de sensação; por analogia, no estudo de Hampson *et al.* (2008), foi obtida, nas mulheres, uma correlação negativa entre o *ratio* 2D:4D e as pontuações da subescala busca de sensação; mas, inversamente, no estudo de Fink *et al.* (2008), tal correlação negativa foi obtida apenas nos homens e nos *ratios* 2D:4D de ambas as mãos.

Em relação à *assertividade*, ainda não existe também uma conclusão definitiva. Lindova *et al.* (2008), para além dos seus resultados, referem os obtidos por Wilson, na década de 1980. Apesar do estudo de Lindova *et al.* (2008) ter sido realizado passado mais de 25 anos, obteve resultados similares ao primeiro. Especificando, o primeiro verificou que as mulheres com *ratios* 2D:4D mais baixos se auto descreviam como mais assertivas e competitivas; semelhantemente, Lindova *et al.* (2008), utilizando o *Questionário de Personalidade dos 16 Factores de Cattell*, verificaram, apenas nas mulheres, que os *ratios* 2D:4D da mão direita mais masculinizados se associavam a pontuações mais elevadas na subescala da assertividade.

Contudo, Hampson *et al.* (2008) não obtiveram qualquer relação significativa entre a assertividade e o *ratio* 2D:4D, para nenhum dos sexos.

Na dimensão *amabilidade*, Fink *et al.* (2004b) obtiveram, mas apenas nas mulheres e na mão direita, uma correlação significativamente negativa com o *ratio* 2D:4D; de forma oposta, Luxen e Buunk (2005) observaram associações positivas entre a amabilidade e o *ratio* 2D:4D e para ambos os sexos, embora também apenas na mão direita; e Lippa (2006) apesar de verificar, em ambos os sexos e em ambas as mãos, uma tendência do *ratio* 2D:4D se associar negativamente com a amabilidade, estatisticamente, tal tendência não foi significativa.

Relativamente à «busca de emoção e desinibição», Austin *et al.* (2002), obtiveram, mais uma vez apenas para as mulheres, uma correlação negativa com o *ratio* 2D:4D, mas da mão esquerda. Por se relacionarem, de certa forma, com a busca de emoção e desinibição, acrescentam-se os resultados obtidos na abertura à experiência, por Lippa (2006) e Hampson *et al.* (2008), que utilizaram a escala TAS<sup>59</sup>. Lippa (2006) obteve, em ambos os sexos e em ambas as mãos, uma associação positiva, embora fraca, entre a abertura à experiência e o *ratio* 2D:4D; Hampson *et al.* (2008) verificaram que nas mulheres, os *ratios* mais masculinizados associaram-se a pontuações mais elevadas na escala TAS, contudo, nos homens tal associação foi superficial.

Quanto ao «neuroticismo», Austin *et al.* (2002), no seu já referido estudo, obtiveram uma correlação quase positiva com o *ratio*, mas apenas nas mulheres. De forma similar, Fink e colaboradores (2004b), usando o *Inventário NEO-FFI (Five Factor Inventory)*, replicaram a mesma associação positiva e também apenas nas mulheres.

No que diz respeito à «extroversão», Fink *et al.* (2004b) não obtiveram qualquer relação significativa com o *ratio* 2D:4D; contudo Lippa (2006) obteve, para ambos os sexos e ambas as mãos, uma associação negativa com o *ratio* 2D:4D.

Finalmente, relativamente à «estabilidade emocional e privacidade», Lindova *et al.* (2008), obtiveram, mas apenas nas mulheres, uma associação negativa com o *ratio* 2D:4D.

### **8.3. Perturbações psicológicas**

#### *8.3.1. Perturbações do desenvolvimento*

As diversas investigações nesta área têm revelado, na generalidade, que os problemas emocionais são mais comuns entre o sexo feminino, enquanto que a Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção (PHDA), os comportamentos desviantes, Autismo, Síndrome de

---

<sup>59</sup> A escala TAS avalia o desejo de envolvimento num risco físico (*e.g.* andar num escorrega).

Asperger e Dislexia, são mais frequentes entre o sexo masculino. As causas de tais diferenças sexuais não são ainda bem conhecidas, contudo tais diferenças poderão reflectir os efeitos da testosterona pré-natal (Williams *et al.*, 2003). Neste sentido, o *ratio* 2D:4D tem sido utilizado com o objectivo de possibilitar prever a prevalência de tais perturbações.

No que diz respeito à PHDA, os estudos têm obtido, de forma constante, uma correlação negativa significativa com o *ratio* 2D:4D; isto é, *ratios* mais pequenos tendem a associar-se a índices mais elevados de PHDA. A título de exemplo, Stevenson *et al.* (2007), utilizando uma amostra constituída apenas por rapazes, verificaram que os sujeitos hiperactivos eram os que exibiam os *ratios* 2D:4D mais baixos, e em ambas as mãos; por seu lado, Fink e Manning (2004), na amostra de crianças do Reino Unido, obtiveram uma relação negativa significativa entre os *ratios* de ambas as mãos dos rapazes e a percentagem de PHDA.

A mesma correlação negativa tem sido obtida entre o *ratio* 2D:D e a Perturbação do Comportamento e a Perturbação de Oposição (Manning *et al.*, 2002) e os problemas emocionais. Embora, como já referido, as primeiras perturbações sejam mais típicas de rapazes e as segundas das raparigas, os resultados obtidos por Williams *et al.* (2003) contradizem tal concepção. De facto, a maioria dos estudos tem revelado que as raparigas (pertencentes à população geral saudável) exibem uma relação positiva entre a prosociabilidade e o *ratio* 2D:4D (*e.g.* Fink *et al.*, 2007). Porém, no estudo de Williams *et al.* (2003), a correlação negativa (robusta) entre o *ratio* 2D:4D e os níveis de comportamento pró-social e cognição social, foi obtida nas raparigas; e a relação, também negativa, entre o *ratio* 2D:4D e os problemas emocionais, surgiu nos rapazes. Também o já referido estudo de Fink e Manning (2004), revelou que os *ratios* 2D:4D mais baixos se correlacionaram com a gravidade dos comportamentos desviantes, em ambas as amostras de crianças (Reino Unido e Áustria) e para ambos os sexos e amostras totais; e Kempe (2009) revelou que os sujeitos do sexo masculino exibiram uma relação negativa entre o *ratio* 2D:4D e o Quociente Emocional e o tamanho do discurso directo. Resultados mais contraditórios foram obtidos por Millet e Dewitte (2006), os quais revelaram que os sujeitos com *ratios* 2D:4D mais baixos se revelavam mais cooperantes e menos altruístas e egoístas.

Relativamente à Dislexia, Geschwind e Galabura (1985a) utilizaram igualmente a sua hipótese dos efeitos da testosterona fetal sobre os hemisférios cerebrais para a explicação de tal perturbação. Particularizando, seria a superprodução, ou a supersensibilidade, de testosterona que predisporia o feto ao aumento da susceptibilidade à Dislexia. No entanto, os resultados obtidos por Gelder *et al.* (2005) contestam Geschwind e Galabura, uma vez que

não obtiveram qualquer diferença entre os *ratios* de crianças disléxicas e não disléxicas, nem qualquer diferença significativa entre os *ratios* 2D:4D dos dois sexos. Porém, Manning (2005) refuta estes resultados, referindo que, se nenhuma diferença sexual significativa foi obtida, então deve considerar-se o estudo inconclusivo, relativamente à influência da testosterona sobre a Dislexia.

No que diz respeito ao Autismo e Síndrome de Asperger, os resultados revelam que as crianças que manifestam tais perturbações, assim como os seus irmãos, pais e mães, exibem *ratios* 2D:4D mais pequenos comparativamente às crianças da população normal<sup>60</sup> (e.g. Manning *et al.*, 2002; Manning *et al.*, 2003).

### 8.3.2. Perturbação de identidade de género

Ao que tudo indica, as primeiras investigações consagradas às possíveis relações entre o *ratio* 2D:4D e a identidade sexual foram realizadas por Csathó *et al.* (2003a). Utilizando o *Inventário do Papel Sexual de Bem* (BSRI), verificaram que as mulheres com *ratios* 2D:4D mais baixos obtiveram resultados gerais mais masculinizadas no BSRI. Com efeito, tais mulheres exibiram respostas mais masculinas, na escala de masculinidade, e menos femininas, na escala de feminilidade.

Kraemer *et al.* (2009) referem o estudo de Schneider e colaboradores, posterior ao de Csathó *et al.* (2003a). Na globalidade, foram detectadas algumas diferenças, embora não significativas, entre o *ratio* 2D:4D dos sujeitos com Perturbação de Identidade de Género e o grupo de controlo (constituído por sujeitos do mesmo sexo biológico). Especificando, uma comparação dos *ratios* 2D:4D das mãos direitas, levou a concluir que os homens que desejavam ser mulheres, exibiam *ratios*, significativamente, mais elevados, relativamente aos homens do grupo de controlo, e similar aos das mulheres, também do grupo de controlo; nas mulheres que desejavam ser homens, nenhuma diferença foi detectada, relativamente às mulheres do grupo de controlo.

### 8.3.3. Outras perturbações

---

<sup>60</sup> A relação negativa entre o *ratio* 2D:4D e o Autismo apoia a teoria que explicita que tal perturbação resulta da hipermasculinização do cérebro (Manning *et al.*, 2003).

Para além das perturbações referidas anteriormente, têm-se empreendido estudos que utilizam o *ratio* 2D:4D têm-se dedicado ao estudo da sua relação com outras perturbações, nomeadamente a Esquizofrenia e Perturbações Alimentares.

No que diz respeito a sujeitos esquizofrénicos, Arató *et al.* (2004), concluíram que, quer pertençam ao sexo masculino ou ao sexo feminino, tendem a exibir um fenótipo do segundo e quarto dedo, de ambas as mãos, mais feminino, ou seja *ratios* 2D:4D mais elevados, relativamente aos sujeitos do grupo de controlo.

Relativamente às *Perturbações Alimentares*, Gobrogg *et al.* (2008) fazem referência ao estudo de Klump e colaboradores, no qual foi obtida, em mulheres jovens, uma correlação entre o *ratio* 2D:4D e a propensão ao desenvolvimento de perturbações alimentares, tais como a Anorexia Nervosa e a Bulimia Nervosa. Com efeito, mulheres que exibam *ratios* 2D:4D mais baixos tendem ser menos susceptíveis a tais perturbações.

#### **8.4. Orientação sexual**

As teorias de influência neurológica contemporâneas sobre a orientação sexual humana, também se têm focalizado nos possíveis efeitos das hormonas sexuais fetais sobre o desenvolvimento cerebral. Neste sentido, as investigações que têm analisado a possível relação entre o *ratio* 2D:4D e a orientação sexual, são já numerosas (Lippa, 2003). Tais investigações têm-se dedicado, sobretudo, à comparação entre os *ratios* 2D:4D de sujeitos homossexuais e heterossexuais do mesmo sexo. Porém, os resultados têm-se revelado pouco consistentes entre os homossexuais e heterossexuais do sexo masculino. A título de exemplo, no estudo de Williams *et al.* (2000), nenhuma diferença significativa foi obtida entre os *ratios* 2D:4D dos homossexuais e dos heterossexuais, embora se verificasse uma tendência dos homossexuais exibirem *ratios* 2D:4D da mão esquerda mais elevados. Porém, os próprios autores referem que nos Estados Unidos, vários estudos, em conformidade com a teoria das hormonas sexuais pré-natais, os homens homossexuais exibiram *ratios* 2D:4D hipomasculinizados; e na Grã-Bretanha, inversamente, os homens homossexuais exibiram *ratios* hipermasculinizados.

Relativamente aos sujeitos do sexo feminino, também Williams *et al.* (2000) os comparou. A amostra dos homossexuais foi distribuída por duas categorias, lésbicas «activas» e lésbicas «passivas». Verificou-se que foram obtidas diferenças significativas entre os *ratios* 2D:4D das mãos direitas das lésbicas «activas» e das mulheres heterossexuais, sendo os *ratios* das primeiras mais baixos; nenhuma diferença foi obtida entre as lésbicas «passivas» e as mulheres heterossexuais. Resultados semelhantes são referidos por Brown *et al.* (2002) e Putz *et al.*, (2004), aludindo a estudos nos quais as mulheres homossexuais exibiram *ratios* mais

masculinizados comparativamente às mulheres heterossexuais; resultados que foram também mais evidentes na mão direita.

As diferenças entre os *ratios* das mulheres de diferente orientação sexual foram também analisados no estudo peculiar, referido por van Anders & Hampson (2005), de Hall & Love, que envolveu gémeas monozigóticas de orientação sexual diferente. Na mesma direcção dos resultados de Williams *et al.* (2000), verificou-se que as gémeas homossexuais exibiam *ratios* significativamente mais baixos em relação às suas co-gémeas heterossexuais.

Ainda relativamente a amostras femininas, salienta-se o estudo de Brow *et al.* (2002a), o qual analisou os *ratios* 2D:4D apenas entre lésbicas «activas» e lésbicas «passivas». Tal como havia sido previsto, as lésbicas «activas» exibiram *ratios* mais pequenos, sobretudo na mão direita.

### 8.5. Interesses vocacionais

Alguns estudos têm revelado que o *ratio* 2D:4D pode estar associado aos interesses vocacionais e profissionais. É o caso de Weis *et al.* (2007), onde se analisou a relação entre o *ratio* 2D:4D e a tipologia de Holland<sup>61</sup>. Note-se que a maioria das hipóteses formuladas foi confirmada. Com efeito, verificou-se que os *ratios* 2D:4D dos homens eram mais pequenos (embora tal diferença alcançasse significância apenas na mão direita) e que exibiram maior interesse, significativamente, pelas tipologias Realista e Empreendedor; as mulheres pontuaram mais alto na tipologia Convencional e exibiram uma relação negativa,

---

<sup>61</sup> O psicólogo norte-americano, John Holland, é o autor de uma das mais importantes teorias vocacionais contemporâneas (Swanson & Gore, 2000). Segundo Holland, a maioria das pessoas podem ser classificadas mediante seis tipos de personalidade: Realista, Investigador, Artístico, Social, Empreendedor e Convencional (RIASEC). Cada tipo de personalidade caracteriza-se por um conjunto de atitudes e habilidades, que permitem responder ao meio, e inclui diversos interesses por actividades vocacionais e avocacionais (lazer), objectivos e valores de vida, crenças sobre de si mesmo e estilo de resolução de problemas. O tipo com que a pessoa se assemelha mais é o seu tipo de personalidade (Holland, 1997, *in* Brown & Brooks, 2002)

Resumidamente, os sujeitos do tipo Realista exibem interesse pelo trabalho com materiais, máquinas e animais, assim como a preferência por tarefas manuais e técnicas (que estão, aparentemente, ligadas à testosterona pré-natal) e caracterizam-se como pacientes, minuciosos, constantes e resistentes. O termo Investigador faz referência à necessidade de resolver problemas, de investigar, de buscar informação e de entender melhor o que a envolve; o sujeito investigador dá mais importância às actividades intelectuais e usualmente os homens são os mais interessados. A tipologia Artística faz referência às actividades artísticas (*e.g.* música, desenho, dança, *etc.*) mas também, de uma forma mais geral, à necessidade de exprimir ideia, sentimentos e ser criativo no trabalho; o artista não se contenta com a actividade intelectual e conceptual. Uma pessoa do tipo Social deseja ajudar os outros; é atenta, paciente e compreensiva. A aptidão relacional é primordial para si, expressa-se com facilidade e tem sentido de colaboração. Os sujeitos da tipologia Empreendedor caracterizam-se pela gestão, organização, comércio e liderança e têm necessidade de aventura. Esta tipologia correlaciona-se negativamente com o Neuroticismo, uma característica de personalidade, na qual, como já referido, as mulheres usualmente pontuam mais alto. Finalmente, a tipologia Convencional refere-se à preocupação pelo trabalho organizado e metucioso, à aplicação de princípios e regras estabelecidas. Para um sujeito convencional é mais fácil supervisionar a sua equipa e fazer com que respeitem os procedimentos do que iniciar um projecto ou solucionar urgências (*e.g.* Weinrach & Srebalus, 1990; Weis *et al.*, 2007).

significativamente marginal, entre os respectivos *ratios*, de ambas as mãos, e a tipologia Investigador. Como é possível constatar, nenhuma correlação significativa, entre o *ratio* 2D:4D e as tipologias Social, Artística e Convencional, foram obtidas, para qualquer um dos sexos (apesar de as mulheres atingiram pontuações mais elevadas na tipologia Social e Artística). Julga-se que a falta de significância em algumas das tipologias se deve ao tamanho pequeno da amostra utilizada.

No seu artigo, Weis *et al.* (2007) fazem referência a estudos similares ao seu, mas anteriores, como o de McIntyre e o de Lippa *et al.*. O primeiro obteve uma associação positiva, embora fraca, entre o *ratio* 2D:4D e os interesses ocupacionais, tipicamente, masculinos. Porém, salienta-se que tal estudo utilizou uma amostra peculiar, constituída por homens homossexuais, cujos *ratios* 2D:4D, são, usualmente, tal como já referido, mais elevados comparativamente aos homens heterossexuais. O segundo estudo incluiu também sujeitos homossexuais, mas os resultados foram opostos. Especificando, para os sujeitos do sexo feminino, foram obtidas correlações positivas entre o *ratio* 2D:4D e os interesses ocupacionais característicos do sexo masculino. Note-se que Weis *et al.* (2007) não incluíram na sua amostra sujeitos homossexuais.

Na área dos interesses ocupacionais realça-se igualmente o estudo específico de Romano *et al.* (2006). Os seus resultados sugerem que através do *ratio* 2D:4D é possível prever o campo de interesse particular dos futuros cientistas, ainda estudantes universitários, e possivelmente, dos cientistas profissionais. O estudo dedicou-se à análise da relação entre os resultados obtidos nos exames, pelos estudantes de dois dos três anos dos cursos de graduação universitária (TYDC), em Ciências Naturais e em Biologia, e o *ratio* 2D:4D. Inesperadamente, os valores dos *ratios* 2D:4D diferiram entre as duas TYDCs, e tal diferença dependeu do sexo. Particularizando, os sujeitos do sexo masculino que frequentavam a TYDC de Ciências Naturais exibiram *ratios* 2D:4D mais femininos, assim como resultados nos exames, significativamente, mais elevados, em relação aos sujeitos do mesmo sexo que frequentavam a TYDC de Biologia; entre as mulheres das duas TYDC, nenhuma diferença, quer no *ratio* 2D:4D quer nos resultados dos exames, foi obtida. Porém, Romano e colaboradores (2006) afirmam que a interpretação dos seus resultados é inadequada. Com efeito, tais resultados poderiam sugerir que a diferença nos critérios de avaliação, aplicados a homens e a mulheres, dependeu da TYDC frequentada e tal diferença revelou-se, incidentalmente, relacionada com a diferença dos *ratios* 2D:4D dos homens das duas TYDCs.

## 8.6. Lateralidade

Ao apresentar-se, no capítulo anterior, a chamada «Hipótese Geschwind-Galaburda», referiu-se o pressuposto aí presente de que a acção da testosterona fetal sobre o desenvolvimento dos hemisférios cerebrais, justificaria também a lateralidade da mão dominante. Com efeito, a dominância manual (destra, esquerdina, ou ambas) é um índice indirecto da lateralização, ou dominância, do cérebro. Como se sabe o hemisfério direito controla os movimentos do lado esquerdo do corpo e o hemisfério esquerdo controla os do lado direito. Assim sendo, o controlo motor dos destros é dominado pelo hemisfério esquerdo e o oposto se verifica nos esquerdinos<sup>62</sup>. Como níveis pré-natais elevados de testosterona reduzem o crescimento de certas áreas do hemisfério esquerdo e facultam, em simultâneo, o crescimento das áreas homólogas do hemisfério direito, o canhotismo tem sido associado a níveis mais elevados de testosterona pré-natal. Neste sentido, algumas investigações têm-se dedicado ao estudo da relação entre o *ratio* 2D:4D e a lateralidade da mão dominante.

A literatura refere que a primeira análise de tal relação foi realizada por Manning *et al.* (2000), envolveu uma amostra de crianças jamaicanas; os *ratios* 2D:4D foram calculados através do método das fotocópias e de radiografias; a lateralidade da mão dominante foi observada através do desempenho numa tarefa de *pegboard de Annett*. Foi observada, nos rapazes, uma associação significativa entre um desempenho mais rápido da mão esquerda e *ratios* da mão direita mais baixos, avaliados através de radiografias; e ainda com os *ratios* da mão direita mais pequenos, de ambos os sexos, avaliados através de fotocópias. Tais resultados apoiaram a relação entre os níveis pré-natais de testosterona elevados e a dominância da mão esquerda. Também foi possível observar, em ambas as amostras (fotocópias e radiografias) que quando calculada a diferença entre o *ratio* da mão esquerda e o da mão direita, e quando este era menor, os sujeitos exibiram dominância na mão esquerda. Esta última associação foi mais forte relativamente à associação obtida para o *ratio* 2D:4D da mão direita.

Embora Manning *et al.* (2000) tenham utilizado uma amostra de crianças jamaicanas, a relação entre a lateralidade e o *ratio* 2D:4D tem sido significativa, sobretudo, em amostras caucasianas. A título de exemplo, Fink *et al.* (2004a) verificaram em crianças destras, de ambos os sexos, uma associação negativa entre o *ratio* 2D:4D da mão direita e a dominância da mesma mão, isto é, quanto mais elevado era o *ratio* 2D:4D da mão direita, maior a destreza da mão esquerda e vice-versa; e uma associação, embora não significativa, entre a Dr-l e a mão dominante. No artigo de Manning e Peters (2009) é possível tomar conhecimento de

---

<sup>62</sup> Recorde-se que muitas pessoas não são, consistentemente, destros ou esquerdinos.

outros estudos que envolveram amostras de caucasianos entre os quais, o de Nicholls *et al.* e Jackson, ambos do mesmo ano, um ano anterior aos primeiros. Os primeiros verificaram que os sujeitos esquerdinos exibiram *ratios* 2D:4D mais masculinizados; Jackson (2008), apesar de não ter obtido associações significativas entre a dominância da mão e o *ratio* 2D:4D, referiu uma interacção entre a média do *ratio* 2D:4D e o comprimento absoluto dos dedos. Especificando, os sujeitos esquerdinos exibiam *ratios* 2D:4D mais baixos, quando os dedos eram pequenos e os *ratios* 2D:4D mais elevados, quando os dedos eram compridos.

Tal como fazem notar Manning e Peters (2009), existe um problema de amostragem na maioria dos estudos do âmbito da lateralidade, que impede a clarificação da sua relação com o *ratio* 2D:4D. Especificando, as amostras de sujeitos esquerdinos são de tamanho pequeno e as amostras totais são pouco grandes, o suficiente, para incluírem sujeitos ambidestros. De forma a contornar tal problema, Manning e Peters (2009) partiram, então, para um estudo de grande dimensão, o já referido «estudo da BBC». Como já foi possível constatar, neste estudo os sujeitos mediram, directamente, os próprios comprimentos dos dedos e calcularam o *ratio* 2D:4D, comunicando posteriormente os valores aos investigadores numa página *web*. O estudo foi grande, o suficiente, para abranger sujeitos de diversas etnias e nacionalidades, destros, esquerdinos e ambidestros. O objectivo geral do estudo consistiu em analisar a relação entre o *ratio* 2D:4D e a lateralidade da mão dominante ao escrever, tendo revelado diferenças significativas entre as médias do *ratio* 2D:4D e da Dr-1, nas diferentes categorias de lateralidade da mão dominante ao escrever. Especificando, os *ratios* 2D:4D da mão direita, de ambos os sexos, foram mais baixos para os esquerdinos e mais elevados para os destros; os *ratios* 2D:4D, da mão esquerda, em ambos os sexos, foi mais elevado nos sujeitos esquerdinos comparativamente aos destros. Todas as associações referidas eram observáveis quer os sujeitos ambidestros fossem incluídos ou removidos. Como é possível constatar, a primeira associação referida replica alguns resultados obtidos em estudos anteriores. Porém, a segunda, além de inesperada, não é possível explicá-la dentro do quadro teórico utilizado para interpretar a primeira relação.

## **9. POSSÍVEIS UTILIZAÇÕES NOUTRAS ÁREAS**

O estudo científico do *ratio* 2D:4D tem-se desenvolvido sobretudo, ou maioritariamente, em áreas de fronteira entre a Psicologia, a Biologia e a Medicina. Têm no entanto surgido outros ramos ou áreas, nomeadamente da Medicina, interessadas em aplicar este possível bio-

marcador; é o caso, nomeadamente, da Patologia e Genética médicas, assim como da Medicina Legal. Fora destes dois ramos, tem-se assistido à emergência de alguns estudos em áreas dispersas, como a Arqueologia e o Desporto; ou ligados a questões do quotidiano (*e.g.* promoção da qualidade de vida).

O interesse da Patologia medica no ratio 2D:4D tem a ver com a previsão de numerosas doenças, quer entre recém-nascidos e crianças, quer em adultos. No caso específico de recém-nascidos e crianças, Malas *et al.* (2006) referem que comprimentos anómalos no segundo e do quarto dígito, nos recém-nascidos, poderão alertar para a existência de disgenesia fetal e para o Síndrome de Down. Com efeito, *ratios* 2D:4D mais masculinizados são típicos de crianças com Síndrome de Down, podendo tal fenótipo ser utilizado como indicador da síndrome, logo durante o desenvolvimento fetal. Em relação a adultos, diversas doenças oncológicas, cardiovasculares e doenças associadas ao número anómalo de sequências CAG, têm sido preditas. Exemplificando, *ratios* 2D:4D mais baixos têm-se associado à manifestação do cancro da mama (em mulheres), cancro da próstata e cancro do endométrio; e a doenças associadas a um número reduzido de sequências CAG, entre as quais Hepatite b, relacionada com o carcinoma hepatocelular, urolitíase e artrite reumatóide (nos homens), abortos de fetos do sexo feminino e Espondilite anquilosante. Inversamente, *ratios* 2D:4D mais elevados têm-se associado a idades mais precoces aquando do primeiro enfarte do miocárdio (assim como o *ratio* 2D:3D e 2D:5D); e a doenças caracterizadas por sequências longas de CAG, tais como doenças neurodegenerativas, como por exemplo a Doença de Kennedy (Manning *et al.*, 2002; Manning *et al.*, 2003a).

A Genética médica também já recorreu ao *ratio* 2D:4D, especialmente para o diagnóstico de situações de infertilidade, notam Manning & Bundred (2000), partindo do pressuposto de que o *ratio* 2D:4D se correlaciona com o sucesso reprodutor das populações e com as taxas de controlo de natalidade, altas e baixas (Manning, 2002; Manning *et al.*, 2000). Alguns estudos (*e.g.* Manning *et al.*, 2003a) têm associado *ratios* 2D:4D «masculinizados» (e sequências pequenas de CAG) nos homens, a ejaculações e ao número de crianças geradas, em ambos os casos mais elevados; e nas mulheres, a ciclos anovulatórios, à síndrome dos ovários poliquísticos e a um número mais reduzido de crianças geradas. Os dados de Manning & Fink (2008), extraídos de uma amostra predominantemente ocidentalizada, acrescentam que o *ratio* 2D:4D se associa a um desejo maior em ter filhos e a um impulso sexual mais elevado.

A utilização feita pela Medicina Legal será ainda incipiente, mas ultimamente tem sido proposto que o *ratio* 2D:4D poderia ser útil nas autópsias, concretamente na determinação do sexo do cadáver, no caso de mãos isoladas. O mesmo tem sido proposto para a Arqueologia, tendo-se (por exemplo) tentado utilizar o *ratio* 2D:4D na determinação do sexo dos criadores de uma caverna de arte da idade da pedra (Voracek, 2009).

No Desporto, o *ratio* 2D:4D tem sido utilizado para predizer os melhores atletas e desportistas de competição. Tal como referido atrás, na subsecção das capacidades espaciais, os melhores praticantes de *snowboard* tendem a exibir *ratios* 2D:4D mais baixos. Com efeito, o *ratio* 2D:4D tem sido utilizado em outros desportos, como o futebol. A título de exemplo, Kempel *et al.* (2005) referem que Manning e Taylor revelaram que os jogadores de futebol exibem *ratios* 2D:4D inferiores relativamente à população geral; os jogadores de futebol de ligas superiores exibem *ratios* 2D:4D mais pequenos em relação aos jogadores das ligas inferiores; os jogadores titulares exibem *ratios* inferiores comparativamente aos jogadores suplentes; e os jogadores internacionais, exibem *ratios* 2D:4D inferiores em relação aos jogadores não internacionais. Acrescenta-se que, tal como os praticantes de *snowboard*, os jogadores de futebol profissionais tendem a obter pontuações mais elevadas em tarefas espaciais, nomeadamente nas de rotação mental.

## 10. CRÍTICAS E CONTESTAÇÃO

Tratando-se de um objecto de estudo recente, numa área ela própria algo emergente, não é de estranhar encontrar na literatura resultados divergentes entre estudos, divergência que tem conduzido alguns autores a manifestarem algum cepticismo em relação à validade *ratio* 2D:4D, enquanto biomarcador dos níveis fetais de hormonas sexuais.

É, por exemplo, desde logo possível constatar que alguns estudos muito similares, por vezes realizados pelos mesmos autores, revelam resultados inconsistentes. Putz *et al.* (2004) são alguns dos autores que manifestam a sua visão crítica relativamente à utilização do *ratio* 2D:4D. Tais autores salientam o facto de a maioria dos resultados positivos obtidos entre o *ratio* 2D:4D e diversas variáveis (com a excepção da orientação sexual) decorrerem de um único laboratório. Assim sendo, os planos de investigação são propensos a resultados enviesados, pois usualmente as amostras são exclusivamente femininas ou masculinas e pré-seleccionadas (*e.g.* pacientes de uma clínica de fertilidade, estudantes de psicologia). De

forma a fornecer suporte empírico às suas críticas, Putz *et al.* (2004) testaram 57 correlações, revelando que, apenas o *ratio* 2D:4D da mão esquerda exibiu correlações significativas, na direcção prevista e, unicamente, com a orientação sexual (em ambos os sexos). Especificando, entre as 18 correlações femininas efectuadas (seis traços *versus* três medidas do *ratio* 2D:4D), apenas três resultados foram significativos; entre as 39 correlações masculinas realizadas (13 traços *versus* três medidas do *ratio* 2D:4D), apenas dois resultados foram significativos. Acrescenta-se que das três correlações femininas significativas, duas foram opostas à direcção prevista. Com efeito, é frequente *ratios* 2D:4D mais masculinizados no sexo feminino correlacionarem-se com pontuações mais elevadas nos testes de rotação mental, contudo, a relação obtida foi contrária. De forma análoga, uma das duas correlações masculinas significativas foi oposta ao esperado. Ou seja, os homens que exibiam *ratios* 2D:4D mais femininos obtiveram *scores* mais elevados na homossexualidade (maior interesse pelo sexo casual). Putz *et al.* (2004) acrescentam que, mesmo os resultados mais positivos não foram assim tão convincentes. Os autores argumentam o *ratio* 2D:4D tem sido operacionalizado, pelo menos, em quatro formas diferentes: 2D:4D esquerdo, 2D:4D direito, média do 2D:4D e Dr-I. Com efeito, a operacionalização distinta, num único estudo, aumenta a probabilidade de ocorrer um erro *Tipo I* (isto é, concluem que a relação existe sem, verdadeiramente, existir). Segundo, a análise das várias manifestações de um mesmo fenótipo, dentro do mesmo estudo, aumenta, igualmente, o risco de ocorrência do erro do Tipo I. A título de exemplo, o estudo de Austin e colaboradores (2002), no qual avaliaram a relação entre o *ratio* 2D:4D, 18 capacidades cognitivas e 3 dimensões da personalidade, para cada sexo e para os sexos combinados (ou seja, 56 correlações, 3x18), apenas duas foram significativas e não foram consideradas independentes, pois uma é uma subescala da outra. Tais resultados sugerem uma abordagem cautelosa na análise das relações entre o *ratio* 2D:4D e aspectos particulares de um fenótipo.

Todavia, existem estudos mais directos que colocam em causa a utilização do *ratio* 2D:4D enquanto biomarcador dos níveis pré-natais das hormonas sexuais. É o exemplo do estudo de Manning (1998), no qual nenhuma correlação significativa foi obtida entre os níveis de testosterona existentes no fluído amniótico e o *ratio* 2D:4D. Acrescenta-se que existem, identicamente, estudos cujos resultados não corroboraram a hipótese dos *ratios* dos dedos se correlacionarem com os níveis pós-natais de hormonas sexuais, particularmente a testosterona (Neave & Grammer, 2004). Com efeito, apesar de Manning *et al.* (1998) terem referido a associação negativa entre o *ratio* 2D:4D e os níveis adultos de testosterona e de FSH

(hormona estimulante folicular) e o volume dos testículos, note-se que a amostra utilizada era constituída por pacientes que frequentavam uma clínica de fertilidade (por homens oligozoospermicos). É provável que a utilização de tal amostra tenha reduzido a média geral do número de espermatozoides e possa ter contribuído para a obtenção da referida relação significativa entre o número de espermatozoides e o *ratio* 2D:4D. Com objectivos idênticos ao estudo de Manning *et al.* (1998), e para comparação, Neave *et al.* (2003) procederam a um estudo semelhante mas utilizando uma amostra de homens normais. De facto, com tal amostra nenhuma associação, entre o *ratio* 2D:4D e os níveis adultos de testosterona, foi obtida. Também na investigação de Firman *et al.* (2003), na qual foi utilizada também uma amostra retirada da população geral, nenhuma associação significativa entre os *ratios* 2D:4D e a qualidade do sémen foi confirmada. Segundo Firman *et al.* (2003), apesar de os seus resultados confirmarem que homens inférteis possam ter *ratios* 2D:4D elevados (tal como Manning *et al.*, 1998b), tais resultados reflectem são a melhor representação da população geral, pois revelaram igualmente que os homens com *ratios* 2D:4D elevados não têm necessariamente sémen anormal. Mais recentemente, Bang *et al.* (2005) utilizaram uma amostra de homens jovens dinamarqueses, também saudáveis, e obtiveram uma associação negativa entre o *ratio* 2D:4D e a função dos testículos, mas em relação ao nível de FSH (porém este estudo foi algo contestado, como já referido). Aparentemente, do ponto de vista biológico, tais resultados podem apoiar o estudo de Manning *et al.* (1998), contudo, Bang *et al.* (2005) revelaram também que o aumento do *ratio* 2D:4D se associou ao aumento da quantidade de esperma no grupo dos sujeitos com *ratios* 2D:4D maiores ou iguais à unidade. Com efeito, para que os resultados de Bang *et al.* (2005) apoiassem, totalmente, a hipótese de Manning *et al.* (1998), o aumento na quantidade de esperma não deveria coincidir com um aumento do *ratio* 2D:4D<sup>63</sup>.

Uma outra apreciação feita à utilização do *ratio* 2D:4D, incide no facto das fundamentações, que relacionam o *ratio* 2D:4D com os níveis e/ou sensibilidades de hormonas sexuais fetais, se basearem em associações entre o *ratio* e características que dependem, elas próprias, das hormonas sexuais, tais como com o *ratio* cintura-anca (Manning *et al.*, 1999) e com a HAC (Brown *et al.*, 2002; Ökten *et al.*, 2002). Na perspectiva do próprio Manning (cf.

---

<sup>63</sup> É certo que a média do *ratio* 2D:4D detectada no estudo de Bang *et al.* (2005), 1.02, é ligeiramente maior relativamente à média do *ratio* inicialmente obtida por Manning *et al.* (1998), 0.99. Contudo, tal diferença entre médias não influencia a interpretação dos resultados do estudo de Bang *et al.* (2005), os efeitos do aumento ou da diminuição dos *ratios* serão os mesmos, sendo a validade do estudo elevada. Com efeito, os jovens homens examinados são representativos da população geral da Dinamarca e os parâmetros do sémen e das hormonas sexuais são relevantes para a avaliação da função testicular. Além disso, os procedimentos de amostragem e a metodologia da análise do sémen e da análise hormonal foram estandardizados.

Manning *et al.*, 2003), dada a natureza indirecta de tais relações, não é possível ser exacto relativamente à relação directa entre o *ratio* 2D:4D e os níveis pré-natais de testosterona. Inclusivamente, os resultados dos estudos consagrados à análise do *ratio* 2D:4D em amostras de pacientes com HAC têm-se revelado mistos. A título de exemplo, na investigação de Ökten e colaboradores (2002) foi revelado que as crianças com HAC exibiam *ratios* 2D:4D mais reduzidos, comparativamente ao grupo de controlo. No mesmo ano, também Brown e colaboradores referiram que mulheres com HAC exibiam *ratios* 2D:4D, significativamente, mais baixos, na mão direita, em relação às mulheres sem HAC; e os homens com HAC *ratios* 2D:4D da mão esquerda, significativamente, mais pequenos, comparativamente aos homens do grupo de controlo. Salienta-se que, apenas, um conjunto de seis homens com HAC exibiu *ratios* 2D:4D de ambas as mãos, significativamente mais baixos, comparados com os homens sem HAC. Com efeito, os resultados de ambos os estudos são consistentes com a concepção de que a exposição a níveis pré-natais elevados de testosterona reduz o valor do *ratio* 2D:4D e que exercem alguma influência sobre o estabelecimento das diferenças sexuais nos padrões dos comprimentos dos dedos. Porém, os resultados obtidos por Buck *et al.* (2003) contrariam tal concepção, apesar de revelarem o comum dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D. Buck *et al.* (2003) referiram que embora as mulheres com HAC (virilizante clássica) exibissem níveis de androgénio adrenal mais elevados, relativamente aos homens do grupo de controlo, não exibiram *ratios* 2D:4D mais pequenos, na mão esquerda. Tal resultado sugere que, pelo menos, na mão esquerda, a exposição aos níveis fetais de androgénio não é responsável pelo padrão do dimorfismo sexual dos dígitos.

A propósito do dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D, existem estudos mais objectivos que falharam na sua obtenção, como por exemplo, os estudo de Benderlioglu e Nelson (2004), de Gelder *et al.* (2005) e Kratochvil e Flegr (2009).

Com base nos seus resultados (e anteriores), Gelder *et al.* (2005), apesar de reconhecerem os aspectos positivos da utilização do *ratio* 2D:4D, afirmam que existem inconsistências empíricas e falta de fundamentação teórica sólida que apoie a validade do *ratio* 2D:4D. Acrescentam ainda que uma análise aprofundada de literatura seria capaz de desvendar muitos outros estudos que não evidenciaram diferenças sexuais no *ratio* 2D:4D. Note-se que o estudo de Gelder *et al.* (2005) tinha um elevado poder estatístico, o que contribuiu para a firmeza das suas palavras.

É também importante referir a investigação de Kratochvil e Flegr (2009), uma vez que não se limitaram a referir a ausência obtida do dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D, como pro-

puseram uma possível explicação para a sua obtenção em estudos anteriores. Kratochvil & Flegr (2009) analisaram o *ratio* 2D:4D em três amostras de níveis de desenvolvimento diferentes, alunos do curso universitário de Biologia (distribuídos por duas sub-amostras, uma constituída por sujeitos infectados com toxoplasmose, outra com sujeitos sem toxoplasmose), crianças do primeiro ciclo e adultos da população geral. Como já referido, nenhuma diferença significativa foi obtida nos *ratios* 2D:4D entre sexos mas também entre as sub-amostras das diferentes categorias de toxoplasmose. Na perspectiva de Kratochvil e Flegr (2009), o dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D obtido em estudos anteriores, deve-se à co-variação entre o *ratio* e os comprimentos dos dedos. Kratochvil e Flegr (2009) acrescentam que é frequente os *ratios* conduzirem a conclusões enviesadas<sup>64</sup> relativamente às suas relações com os traços estudados, pois os *ratios* entre as medições de duas partes do corpo podem alterar mediante as diferenças do tamanho dos órgãos envolvidos ou da altura. Com efeito, no que diz respeito ao *ratio* 2D:4D, a sua variabilidade (não apenas sexual) pode dever-se às diferenças dos tamanhos dos dedos. Por exemplo, na relação linear entre duas variáveis, o *ratio* ( $y/x$ ) só não depende do tamanho do órgão envolvido, apenas, quando o intercepto  $b$ , da equação  $y=ax+b$ , é zero. Com base em tal exposição, as diferenças observadas nos *ratios* 2D:4D entre diferentes grupos (não só entre sexos) dever-se-iam, essencialmente, à variação observada ao longo da linha comum alométrica, sendo o intercepto  $b$  diferente de zero. Esta exposição dos autores teve intenção de definir que o *ratio* 2D:4D é dependente dos comprimentos diferentes dos dedos, decrescendo, necessariamente, com o aumento do comprimento do dedo, e com o facto de os homens exibirem dedos maiores do que mulheres. Assim sendo, as mulheres que exibem dedos mais longos tendem a manifestar *ratios* mais masculinizados e os homens com dedos curtos parecem exibir *ratios* mais feminizados<sup>65</sup>. Para fundamentarem a sua exposição, Kratochvil e Flegr (2009) apoiaram-se no estudo prévio de Garamszegi e colaboradores, com uma espécie de aves selvagens, no qual revelaram que o 2D e 4D diminuem alometricamente em relação a outras partes do corpo e um contra o outro. Com efeito, se as sugestões alométricas são diferentes para diferentes dígitos, então o 2D:4D exibirá variabilidade<sup>66</sup>.

---

<sup>64</sup> Com efeito, a utilização dos *ratios* tem sido vastamente abandonada na maioria dos estudos comparativos, pelo menos na morfometria. Torna-se, portanto, surpreendente que alguns *ratios*, tais como o índice de massa corporal e o *ratio* cintura-anca, sejam ainda bastante utilizados pela Biologia Evolutiva e Medicina (Kratochvil & Flegr, 2009).

<sup>65</sup> Note-se que Kratochvil e Flegr (2009), tiveram o cuidado de todos os sujeitos com dedos mais longos corresponderem ao sexo masculino e todos os sujeitos com dedos menores corresponderem ao sexo feminino.

<sup>66</sup> Kratochvil & Flegr (2009) fundamentaram-se, igualmente, em Levinton (1988), concretamente na definição do conceito de *alometria* como «a relação entre as alterações na forma e no tamanho global». Porém, segundo os autores, o conceito foi primeiramente referido no trabalho seminal de Huxley e Teissier (1936).

Note-se que Kratochvil e Flegr (2009) não afirmam que os resultados publicados anteriormente sobre o *ratio* 2D:4D estejam errados. Apenas argumentam que a interpretação dos efeitos observados é, parcialmente, ilusória, pois, como já referido, os resultados são influenciados pela existência da co-variação entre o *ratio* 2D:4D e os comprimentos dos dedos. Com efeito, recomendam, profundamente, que as conclusões, relativas às comparações das formas da mão sejam fundamentadas numa abordagem de regressão<sup>67</sup> e que para além do *ratio* 2D: 4D, considerem, igualmente, os comprimentos absolutos dos dígitos. Apoiando tal recomendação, e baseando-se num estudo empreendido por Voracek e colaboradores, Kratochvil e Flegr (2009) pensam que o *ratio* 2D:4D, por ser um *ratio*, é muito menos mensurável de forma precisa do que os comprimentos dos próprios dedos. Voracek (2009) acrescenta que *ratio* 2D:4D é um traço inapropriado para a determinação de diferenças sexuais.

Tal como foi referido atrás, existem também resultados inconclusivos relativamente ao período de determinação do *ratio* 2D:4D (Benderlioglu & Nelson, 2004). Ao que parece, a maioria dos estudos tem comprovado que o *ratio* 2D:4D é determinado durante o desenvolvimento fetal e que permanece estável ao longo do ciclo vital. Porém, como se constatou, os estudos longitudinais têm revelado o oposto, contrariando a existência de estabilidade do *ratio* ao longo do ciclo vital e revelando a existência de uma tendência, embora pequena, do *ratio* 2D:4D aumentar com a idade (*e.g.* Manning *et al.*, 1998, 2004; McIntyre *et al.*, 2005, 2006). A este respeito Weis *et al.* (2007) citam o estudo de McIntyre e colaboradores, o qual referiu a ausência de estabilidade do dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D, antes dos 9 anos de idade. Porém, existem também resultados de estudos transversais que colocam em causa a estabilidade do *ratio* 2D:4D, é o caso do estudo de Mayhew *et al.* (2007), no qual estudaram a relação entre o comprimento dos dedos e a fase do ciclo menstrual (relação que, aparentemente, não foi ainda investigada extensivamente). Como se sabe, o ciclo menstrual caracteriza-se pela elevada flutuação de níveis hormonais diversos, nomeadamente de estrogénio e progesterona. Se o *ratio* 2D:4D fosse estável desde que é estabelecido, não deveria exibir diferenças perante tais flutuações hormonais. Todavia, o estudo de Mayhew *et al.* (2007) revelou a existência de variações significativas ao longo do ciclo menstrual, particularmente no comprimento do 2D (de ambas as mãos), no comprimento do 4D (da mão

---

<sup>67</sup> Em vez de investigar o efeito de um determinado factor (sexo, fertilidade, orientação sexual, *etc.*) sobre o comprimento do 2D e 4D, utilizando o ANOVA, ou testes-t, Kratochvil & Flegr (2009) recomendam o ANCOVA para uma análise factorial completa.

direita) e no *ratio* 2D:4D (da mão esquerda) e na Dr-1 (da mão direita)<sup>68</sup>. Nas mulheres que tomavam contraceptivos orais, observaram-se igualmente alterações durante o ciclo menstrual, mas em sentidos diferentes. Com efeito, foram observadas flutuações significativas no comprimento do 2D (de ambas as mãos), no comprimento do 4D (ambas mãos) e no *ratio* 2D:4D (mão direita apenas)<sup>69</sup>. Os resultados deste estudo, destacam a necessidade de os planos de investigação considerarem a fase do ciclo menstrual de mulheres pré-menopáusicas e o uso de contraceptivos orais (Mayhew *et al.*, 2007).

Note-se que o ceticismo de alguns autores em relação ao *ratio* tem sido contornado pelo peso dos seus contributos. Mais uma vez se relembra que o *ratio* 2D:4D se tem revelado um preditor de vários domínios tais como, condição física, mental e emocional, fertilidade, personalidade, lateralidade, aptidão física, desportiva e musical, entre outros (Voracek & Dressler, 2007). Além disso, o *ratio* 2D:4D tem revelado superioridades éticas, epistemológicas e práticas, relativamente a outras metodologias alternativas utilizadas na análise dos níveis hormonais fetais. Especificando, o *ratio* 2D:4D tem sido considerado um método não invasivo, fácil e acessível de obter, que pode ser medido, várias vezes, e confiantemente, em inúmeros sujeitos, em idades tardias e em contextos não clínicos, permitindo assim amostras maiores, mais controladas e mais representativas, tornando as pesquisas menos longas e menos dispendiosas (McIntyre, 2006).

De forma a diminuir o ceticismo de alguns autores, outros tentam justificar a obtenção dos resultados divergentes. A título de exemplo, Benderlioglu e Nelson (2004) indicam que um problema de amostragem poderá justificar, em alguns estudos (como o próprio), a ausência de dimorfismo sexual, assim como a ausência de relações significativas com algumas variáveis. De facto, por vezes, as amostras utilizadas são de tamanho reduzido e/ou consti-

---

<sup>68</sup> Na mão direita, o comprimento do 2D tendeu a aumentar durante a fase folicular e a diminuir por volta da ovulação, ou logo após; o comprimento do 4D flutuou de forma similar, por isso nenhuma alteração nos *ratios* 2D:4D, ou na diferença 2D-4D, foi detectada. Porém, antes do ciclo observaram-se flutuações significativas no 2D-4D, com valores mais pequenos. Na mão esquerda, a tendência foi também para o comprimento do 2D aumentar durante a fase folicular e a diminuir por volta da ovulação; o comprimento do 4D variou num modo semelhante, mas o padrão não foi consistente e nenhuma diferença significativa na 2D-4D e no *ratio* 2D:4D foi detectada. Contudo, verificou-se uma variação cíclica significativa nos *ratios* 2D:4D, com valores mais elevados na fase folicular. O comprimento do 2D na mão direita excedeu o da esquerda em todas as fases do ciclo, mas as diferenças laterais mais pequenas ocorreram por volta da ovulação. No caso do comprimento do 4D, as maiores diferenças foram observadas antes da ovulação enquanto as diferenças mais pequenas na fase luteínica. As diferenças esquerda-direita nos comprimentos 2D e 4D também flutuaram ao longo do ciclo (Mayhew *et al.*, 2007).

<sup>69</sup> Na mão direita, os comprimentos do 2D tenderam a aumentar durante a fase folicular e a diminuir por volta da metade do ciclo, ou logo após; os comprimentos do 4D flutuaram de forma similar, embora alterações nos *ratios* 2D:4D fossem observadas; as diferenças 2D-4D foram nulas. Na mão esquerda, a tendência foi, igualmente, para os comprimentos do 2D e do 4D aumentarem a meio do ciclo; nenhuma diferença significativa na diferença 2D-4D foi detectada. Os comprimentos da mão esquerda excederam os da direita, em todas as fases do ciclo (Mayhew *et al.*, 2007).

tuídas por sujeitos não representativos da população geral, quer em relação às diferenças sexuais, quer em relação à etnia; Hines *et al.* (2002) sugerem que um «efeito teto» estará na origem da inexistência de associações significativas, para os sujeitos do sexo masculino, entre o *ratio* 2D:4D e algumas variáveis (tais como a personalidade). Com efeito, porque os homens são expostos a concentrações mais elevadas de androgénios pré-natais existe uma variabilidade hormonal contra um *background* de testosterona elevada; e van Anders e Hampson (2005) referem que os resultados mistos obtidos entre sujeitos do sexo feminino se devem ao controlo inadequado, ou ausência de controle, de variáveis externas. Especificando, muitas vezes os investigadores confiaram no próprio relato das mulheres quanto à fase do ciclo menstrual em que se encontram e quanto ao uso de contraceptivos, ou nem tais variáveis controlaram. Ainda no que diz respeito à ausência de associações entre o *ratio* 2D:4D das mulheres e algumas variáveis, tais como as aptidões espaciais, van Anders e Hampson (2005) sugerem que tais resultados se devam ao facto dos *ratios* dos dígitos e tais variáveis se diferenciarem sob o efeitos dos androgénios em períodos gestacionais diferentes.

## **Parte II**

### **ESTUDO EMPÍRICO**

### III. Objectivos e metodologia

#### 1. BREVE NOTA DE APRESENTAÇÃO

Será difícil compreender as páginas que se seguem se não se referir, e enfatizar, de imediato, que este é um estudo *modesto*, a vários níveis: nas suas ambições, nos seus objectivos, na sua metodologia, nos resultados alcançados. É, por outro lado, um estudo excêntrico, em relação ao (por assim dizer) paradigma dominante da actual Psicologia científica.

Sobre o paradigma dominante nas práticas de investigação em Psicologia corrente, muito haveria a dizer (e já foi dito; ver *e.g.* Urbano, 2007), mas tais considerações, de natureza essencialmente epistemológica, ultrapassam de longe o âmbito desta dissertação. Pode-se todavia afirmar que os estudos exploratórios e descritivos, como é o caso deste, constituem uma minoria no âmbito de tal paradigma; e daí, a excentricidade acima referida.

Sobre o primeiro aspecto, existem pelo contrário alguns aspectos que é importante, ou mesmo crucial, referir, de modo a contextualizar o trabalho empírico que será apresentado nas páginas seguintes e, de alguma forma, a justificar as escolhas efectuadas.

Efectivamente, este é um trabalho a vários níveis modesto. Em parte, e muito naturalmente, isso deve-se ao seu enquadramento modesto — o enquadramento, o âmbito, de qualquer dissertação de Mestrado. Mas também, em parte maior, deve-se à natureza do objecto de estudo e às implicações daí decorrentes.

Tal como se afirmou logo no início, o *ratio* 2D:4D, enquanto putativo biomarcador da testosterona fetal, é, por um lado, um objecto de estudo relativamente recente; e, por outro lado, inscreve-se numa área, ela própria relativamente recente e sobre a qual existe pouco con-

senso e muito poucas certezas: o estudo dos possíveis efeitos dos esteróides sexuais perinatais sobre o desenvolvimento cerebral e, naquilo a que esta dissertação diz respeito, as capacidades cognitivas. Apenas isso seria razão suficiente para que este estudo, ou qualquer outro sobre o mesmo tema, tivesse que ser pautado por prudência e modéstia. Acresce no entanto, como também já se referiu, que *ratio* 2D:4D é uma forma indirecta, uma estratégia, um recurso, de estudar os referidos efeitos; uma forma possível, válida, mas necessariamente imperfeita e sujeita a várias cauções; o que tem como efeito aumentar a modéstia, poder-se-ia mesmo dizer a humildade, de um estudo assim.

A estas várias razões de modéstia, junta-se ainda outra, ainda que relacionada com as anteriores: o facto de se tratar de um estudo exploratório e descritivo, sem ambições maiores do que relatar aquilo que foi observado; sem procurar inferir conclusões para uma população ou um âmbito maiores do que os que foram definidos logo à partida; sem que haja controlo ou manipulação de variáveis.

Tratou-se de uma opção deliberada, motivada em primeiro lugar pelo facto de se estar perante um objecto de estudo (o *ratio* 2D:4D) relativamente recente, sobre o qual, como se viu na revisão da literatura, existem ainda poucos estudos a nível internacional (e muito poucos, ou nenhuns, a nível nacional), bastantes inconsistências em termos de resultados obtidos e alguma controvérsia à volta da questão nodal de tal quociente: o facto de poder ser ou não, e em que grau, um biomarcador da exposição à testosterona durante o período intra-uterino do desenvolvimento.

Tal opção foi motivada, em segundo lugar, como já referiu, pelo enquadramento do próprio trabalho, o âmbito limitado de uma dissertação de Mestrado, na qual, para todos os efeitos práticos, se tem muitas vezes (e foi esse o caso) contacto pela primeira vez com a investigação científica e todos os seus procedimentos, regras, lógicas e mesmo subtilezas.

Enfim, uma terceira razão levou a que se optasse por um estudo desta natureza: a própria população que se pretendeu, desde o primeiro momento (e independentemente da metodologia que viesse a ser escolhida), conhecer. Os estudos exploratórios, como é sabido (e como de seguida se verá), têm como objectivo proceder à exploração e ao reconhecimento de situações pouco, ou imperfeitamente, estudadas (*e.g.* Babbie, 2001) e é esse, efectivamente, o caso da população total das 19 escolas (cerca de 1.600 alunos) que, à data do estudo, compunham o Agrupamento de Escolas de Peso da Régua; no qual a simples existência de um serviço de Psicologia é, como sucede em muitas outras instituições do interior, uma novidade.

Esta última razão não deverá parecer, contra as aparências, uma razão menor. Pelo menos neste estudo, teve (pelo contrário) a dupla responsabilidade de ajudar a escolher o tipo de metodologia empregue, como se acabou de afirmar, e a definir a população que efectivamente iria ser estudada: não a totalidade (da qual se extrairia uma amostra) dos alunos que tivessem frequentado o Agrupamento num dado período de tempo, o que seria evidentemente o estudo ideal; mas o subconjunto desses alunos, que em si mesmo constitui uma população, que entre Outubro de 2007 (data de criação do serviço) e Junho de 2010 (data-limite para finalizar o estudo empírico) foram encaminhados para o Serviço de Psicologia, com o pedido de lhes ser feita uma avaliação, devido a dificuldades de aprendizagem e/ou problemas de comportamento. Ou seja, por razões facilmente compreensíveis, uma população prioritária, que nunca fôra estudada, numa instituição onde a própria presença do psicólogo era novidade. (Por razões expostas adiante, desta população acabou porém extraíndo-se uma amostra.)

A estas três razões principais, poder-se-iam acrescentar outras, que não tendo sido cruciais, ou tão importantes, na definição deste estudo, tiveram contudo o seu peso em várias decisões e, dessa forma, também contribuíram para a sua modéstia; uma delas foi a simples conveniência, ainda que não tenha sido por pura conveniência, mas por opção, que não se procedeu à selecção aleatória de sujeitos; tal como não foi por conveniência, mas por efectiva impossibilidade, que não se controlou ou manipulou os factores necessários para estudar possíveis relações de causa e efeito. Acima de tudo, procurou-se realizar um estudo simples mas rigoroso, evitando torná-lo irrealista e artificial.

Procurou-se ainda mais, não obstante toda a sua modéstia, que preenchesse os três requisitos (ou critérios) definidos por Babbie (2001) para este tipo de estudo: a aspiração do investigador em compreender melhor uma determinada realidade; a viabilidade de prosseguir para estudos mais intensivos; e o desenvolvimento de métodos que poderão ser aplicados em futuros estudos. E neste triplo sentido, é crucial referir que foi um estudo gratificante.

## **2. OBJECTIVOS**

### *2.1. Considerações introdutórias e caracterização genérica dos objectivos*

Tal como refere Alferes (1997), a determinação da tipologia de uma investigação empírica é feita com base em dois critérios de classificação: o controlo dos factores classificatórios (variáveis associadas às diferenças individuais) e a manipulação da ou das variáveis indepen-

dentes. De acordo com tal critério, o presente estudo é claramente do tipo *não-experimental*<sup>70</sup>, uma vez que não existe manipulação da (presumível) variável independente (que neste caso seria o *ratio* 2D:4D), nem controlo de variáveis das diferenças individuais. Ou, dito de outra forma, com Kerlinger (1979), trata-se de um estudo onde, *a priori*, não é possível manipular variáveis<sup>71</sup> e onde, embora tivesse sido possível, se optou (como se acabou de referir) por não designar aleatoriamente os participantes<sup>72</sup>.

Ainda segundo Alferes (1997), nas investigações de tipo *não-experimental* começa-se em regra por distinguir as situações em que o investigador se encontra apenas interessado em quantificar a relação entre variáveis; e as situações em que o investigador se dedica a fazer inferências causais a partir da observação passiva. Sendo que no primeiro caso, *as hipóteses cingem-se a um enunciado elementar de relações de co-variação*, o que se integra na óptica relacional de Rosenthal e Rosnow (Alferes, 1997), a qual postula fundamentalmente a «identificação de padrões de associação entre duas ou mais variáveis» (*idem, ibidem*). No segundo caso, as hipóteses enunciam relações de causalidade entre as variáveis, o que fará com que o investigador se depare com a necessidade de contornar dois tipos de problemas, o problema da *direccionalidade*, ou do sentido da relação («admitindo que a relação entre X e Y é real, qual é o sentido da relação, X influencia Y ou Y influencia X?») e o problema da *terceira variável* (X e Y co-variam não porque exista qualquer relação real entre as duas, mas porque ambas são determinadas por uma terceira variável)<sup>73</sup> (Alferes, 1997). A presente investigação corresponde ao primeiro caso e portanto as hipóteses formuladas corresponderão a simples enunciados das possíveis associações entre as variáveis.

Dentro da tipologia *não-experimental*, o presente estudo poderá ser ainda classificado como um estudo *ex post facto*, uma vez que um dos motivos que levou a que nem sequer se pudesse conceber manipular a presumível variável independente, consiste no facto de tal vari-

---

<sup>70</sup> Segundo o mesmo autor, o estudo *não-experimental* pode designar-se igualmente por *correlacional*, ainda que impropriamente (Alferes, 1997).

<sup>71</sup> Nos estudos não-experimentais, usualmente, as presumíveis variáveis independentes não são manipuladas devido a questões éticas (*e.g.* consumo de substâncias nocivas ao organismo), à impossibilidade de fazer variar de modo sistemático os factores cujos efeitos se pretendem estudar (*e.g.* local de residência, idade, género) ou a dificuldades técnicas ou materiais (Alferes, 1997; Robson, 2002). Por conseguinte, os conceitos em análise são estudados tal e qual como são observados, não sendo passíveis de qualquer alteração por parte do investigador (Kerlinger, 1971).

<sup>72</sup> Nos estudos *não-experimentais* não existe distribuição aleatória (completa ou restrita) dos sujeitos pelas condições experimentais, uma vez que são os níveis a que se manifestam, naturalmente, os atributos individuais que servem de critério para a constituição dos diferentes grupos; logo, não há controlo de variáveis das diferenças individuais (Alferes, 1997).

<sup>73</sup> Com efeito, se o experimentador não «manipular efectivamente as presumíveis causas, a constatação da simples co-variação não confere validade interna à investigação. Só em circunstâncias muito especiais é possível interpretar «causalmente» a co-variação» (Alferes, 1997).

ável já ter «ocorrido» (Polit & Hungler, 1994); isto é, o *ratio* 2D:4D, tal como muitas outras variáveis ou factores em Psicologia, pré-existe ao interesse do investigador sendo, por razões evidentes, impossível fazê-la variar de modo sistemático. Dito por outras palavras, se, tal como sucede nos estudos experimentais, seria idealmente desejável procurar estabelecer relações causa-efeito, neste tipo de estudos a possível «causa» e os seus possíveis efeitos são estudados retrospectivamente; ou seja, se determinados grupos diferem relativamente a uma variável (ou variáveis), aquilo que se pode investigar é qual o factor ou factores que provocaram tal ou tais diferenças (Carmo & Ferreira, 1998). Tal como refere, Kerlinger (1971), se os efeitos sobre os conceitos observados existem, tais efeitos já foram sentidos.

Não é difícil de sustentar que, em termos genéricos, os estudos de tipo *não-experimental* são particularmente utilizados em todas as situações, comuns em Psicologia, nas quais não é possível proceder à selecção aleatória de sujeitos, controlar e manipular os factores necessários para estudar (possíveis) relações de causa e efeito ou quando o controlo de todas as variáveis, com a excepção de uma só, pode tornar o estudo irrealista e artificial (pois desvia a interacção normal com outras variáveis que influenciam os resultados); situações que são também comuns noutras áreas ou matérias científicas (Sociologia, estudos educacionais, etc.), conforme notam Carmo & Ferreira (1998), mas que não esgotam a razão de ser deste tipo de estudos que, independentemente da área em causa, servem igualmente (por exemplo) como forma preliminar de abordagem, destinada ao reconhecimento de possíveis relações (que serão estudadas em futuras investigações), razão essa que também norteou a escolha desse tipo de metodologia, como se verá adiante.

Analogamente, é ainda menos difícil sustentar que (também em termos genéricos) estes estudos têm diversas limitações, as quais desde logo advêm da *falta de controlo* que os caracteriza, quer porque não existe manipulação da (presumível) variável independente, quer porque não existe selecção aleatória dos participantes. É por conseguinte fundamental ter-se presente que seria sempre muito difícil inferir quaisquer relações (Kerlinger, 1971) e que, mesmo que pudessem ser estabelecidas relações (nomeadamente de causa-efeito), seriam necessariamente muito ténues — comparativamente às que poderiam ser estabelecidas num estudo de tipo *experimental*. A interpretação dos resultados, sublinham justamente Carmo e Ferreira (1998), tem que ser feita com extremo cuidado, porque o que pode parecer a «causa» pode não o ser efectivamente, porque mesmo que se estabeleça uma relação, não se trata de uma relação de causa-efeito; ou ainda porque aquilo que possa ser considerado «causa» poderá na realidade ser um «efeito», ou porque pode haver uma terceira variável (problema da *direccio-*

*validade* e problema da *terceira variável*, atrás referidos com Alferes, 1997) que seja a causa das supostos «causa» e «efeito».

Apesar das suas diversas limitações, aqui apenas aludidas superficialmente, em si mesma, a investigação *não-experimental* pode ter, e tem efectivamente muitas vezes, significado e relevância. Inversamente, nenhuma tipologia de pesquisa tem (em si mesma) o exclusivo da validade ou mesmo do prestígio (Carmo & Ferreira, 1998). Dito ainda de outra forma, e repetindo ainda Popper (1960), «não há fontes *últimas* do conhecimento. Todas as fontes, todas as sugestões, são bem-vindas; e todas as fontes, todas as sugestões, estão abertas a um exame crítico» (p. 48; sublinhado acrescentado).

Os estudos *não-experimentais* têm comumente a forma de estudos exploratórios e descritivos, sobretudo em todas as situações nas quais se pretende compreender ou explicar um determinado fenómeno (Robinson, 2002); sendo uma forma particular daqueles, são, tal como eles, bastante utilizados em Ciências Sociais (Babbie, 2001; Robson, 2002).

É também esse o caso do presente estudo empírico, que tem, nesse âmbito, como *objectivo genérico* o objectivo genérico de todos os estudos exploratórios: tal como o próprio vocábulo sugere, a exploração e o reconhecimento de situações pouco, ou imperfeitamente, estudadas (Babbie, 2001; Carmo & Ferreira, 1998; Robson, 2002). Algo que efectivamente sucede, desde logo na área dos (possíveis) efeitos cerebrais dos esteróides peri-natais, apesar de todos os progressos tecnológicos e de toda a investigação que (em consequência) tem vindo a ser desenvolvida nos últimos anos; e depois, mais especificamente, e de forma mais pronunciada, no estudo do *ratio* 2D:4D, nomeadamente por se tratar de uma temática relativamente recente, sobre a qual não há ainda muitos estudos.

Quer dizer: não obstante a modéstia deste estudo, não se trata aqui de apresentar uma mera justificação ou remeter para uma questão de pura facilidade e conveniência, a escolha de uma metodologia de tipo exploratório e descritivo; *é efectivamente* difícil, como se deverá depreender da revisão da literatura atrás apresentada, estudar o papel ou os (possíveis) efeitos dos esteróides peri-natais no desenvolvimento cerebral e nas capacidades cognitivas; matérias sobre as quais, além disso, existem ainda muitas dúvidas e questões por responder.

Todavia, não é menos importante referir, com Babbie (2001), que quando um investigador opta por um estudo exploratório, três critérios foram muitas vezes previamente preenchidos: a sua aspiração em compreender melhor uma determinada realidade; o estudo da viabilidade de prosseguir para estudos mais intensivos; e o desenvolvimento de métodos que poderão ser aplicados em futuros estudos. E, tal como se referiu atrás, todos esses requisitos, talvez

mais do que quaisquer outros, deram forma a este estudo que, nesse âmbito, foi claramente um estudo gratificante.

É igualmente importante referir que embora, como nota Babbie (2001), os estudos exploratórios normalmente forneçam respostas pouco satisfatórias às questões de investigação, tal *handicap* pode ser (e é, frequentemente) contornado através de outras metodologias de análise, influenciando assim a investigação futura e alargando horizontes; ou seja, reitera esse autor, consegue-se muitas vezes encontrar novas perspectivas sobre a temática abordada. Dito de outra forma, com Carmo e Ferreira (1998), sem os trabalhos pioneiros de índole exploratória, «os estudos verificadores de hipóteses não passariam de meras especulações doutrinárias»; são os estudos exploratórios, sustentam os mesmos autores, que «criam terreno propício à realização de trabalhos de verificação de hipóteses pela massa crítica de informação que colidem». Ou, como assinala Ribeiro (2007), fazendo (de passagem) uma observação tipicamente *popperiana*, qualquer resultado obtido em estudos de natureza exploratória é um bom resultado, no duplo sentido em que pode ser discutido com o mesmo mérito e em que não existem fontes últimas (ou derradeiras) de conhecimento.

### *2.1. Outras considerações introdutórias: análise quantitativa*

Não fará *a priori* sentido formular hipóteses num estudo exploratório, uma vez que tal estudo visa, apenas, recolher informação que permita às futuras investigações formular hipóteses (Ribeiro, 2007; Robson, 2002). Poderá no entanto, segundo Carmo & Ferreira (1998), fazer parte dos objectivos de um estudo exploratório formular *hipóteses de entendimento* sobre a realidade que explorou, ainda que a sua verificação venha a ocorrer apenas em estudos posteriores; orientação essa que foi adoptada neste estudo e que foi complementada pela utilização, algo trivial, de estatística descritiva.

Isto é, a utilização de estatística descritiva na interpretação dos resultados obtidos na presente investigação, sucedeu sobretudo da impossibilidade de inferir relações de causalidade, impossibilidade essa típica dos estudos *não-experimentais*. Ou seja, foi entendida como um instrumento básico, para descrever, compreender e explicar as relações entre variáveis que ocorrem de uma forma natural e que se observam na actualidade (Carmo & Ferreira, 1998).

Com efeito, Rosenthal e Rosnow (1991) sustentam que a tónica da investigação descritiva não coincide, directamente, com explicações causais (excepto por vezes especulativas), mas sim com a realização de um *mapping out* cuidadoso de uma situação (ou conjunto de situações), de forma a descrever o que acontece comportamentalmente. Ao que Pinto (1991), no

mesmo sentido, acrescenta não competir ao método descritivo determinar qual a natureza das relações obtidas.

Foi por conseguinte esse o objectivo, a nível estatístico, deste estudo: sumariar e descrever os dados brutos obtidos numa amostra de participantes de uma dada experiência (Kiehl & Blomquist, 1985); recorrendo-se (trivialmente) à apresentação através de quadros e índices numéricos, de modo a facilitar a sua interpretação (Maroco & Bispo, 2005).

Todavia, tal como foi atrás apontado a propósito da escolha de uma metodologia exploratória e descritiva, não se tratou de uma mera questão de facilidade e conveniência. A estatística descritiva, para além de utilizada em fases iniciais de investigação de uma nova área do saber, poderá igualmente ser utilizada em áreas já bastante estudadas. No primeiro caso, que coincide com o âmbito deste estudo, os objectivos passam por identificar as principais variáveis (ou factores) que existem numa dada situação (ou comportamento) e desenvolver hipóteses sobre o modo como tais variáveis (ou comportamentos) se encontram (ou poderão encontrar) relacionados entre si (Pinto, 1990). E, nesse âmbito, a investigação descritiva é, usualmente, considerada como a primeira fase de desenvolvimento de um desenho de investigação, pois estabelece a base ou o fundamento de qualquer pesquisa futura (Rosenthal & Rosnow (1991). No segundo caso, contudo, a investigação descritiva pode ser utilizada por não ser possível, por razões éticas ou devido à natureza dos fenómenos estudados, recorrer a métodos mais rigorosos e precisos (Pinto, 1990); de igual modo, a utilização da estatística descritiva em fases mais avançadas da investigação, pode ser ainda mais útil, pois permite avaliar o grau de generalização de uma lei, ou princípio geral, a situações e casos específicos.

Evidentemente, tal metodologia tem limitações, nomeadamente — talvez a maior delas, de acordo com Pinto (1990) — a impossibilidade de se estabelecerem relações causais (apenas se poderão estabelecer relações associativas) entre variáveis, dado que os procedimentos descritivos utilizam um controle mínimo; o que no presente caso não constitui uma limitação de importância maior, dados os objectivos (modestos) em jogo. Quer dizer: a grande limitação da metodologia descritiva é, de facto, descrever o acontecimento sem o explicar, o que constitui o objectivo da grande maioria das investigações deste género mas que, não obstante, poderá (entenda-se: a impossibilidade em estabelecer relações causais), conduzir a um certo descontentamento (Babbie, 2001). Ou seja: a metodologia descritiva só excepcionalmente é considerada satisfatória (Rosenthal e Rosnow, 1991), nomeadamente porque mais tarde ou mais cedo se querará saber por que razão (ou razões) é que algo acontece; ou como é que aquilo que acontece se relaciona com outros factos.

A essa limitação intrínseca aos procedimentos descritivos poderão adicionar-se outras, mais ou menos importantes, em especial a fraca representatividade dos dados e a dificuldade em replicar os dados observados em investigações futuras; limitação esta sublinhada por vários autores (*e.g.* Pinto, 1990) e que se deve em particular à especificidade de amostragem dos sujeitos, comportamentos e situações.

Enfim, para finalizar estas extensas mas talvez necessárias considerações introdutórias (dada a excentricidade da metodologia empregue no presente estudo), dever-se-á referir com Ribeiro (2007) que também num estudo descritivo não fará *a priori* sentido formular hipóteses, uma vez que somente se pretende observar uma determinada realidade *tal e qual* como ela se apresenta, sem a manipulação de qualquer variável. Todavia, Carmo e Ferreira (1998), ao estabelecer uma tipologia das etapas que devem compreender um estudo descritivo, mencionam justamente a formulação de hipóteses ou de questões de investigação (após a definição do problema e a revisão da literatura; e antes de etapas como a definição da população-alvo ou a escolha da técnica de recolha de dados). Tendo em consideração o objectivo pouco ambicioso de identificar possíveis variáveis existentes numa dada situação ou comportamento e desenvolver hipóteses sobre a forma (trivial) como tais variáveis se poderão relacionar entre si (Pinto, 1990), aceita-se vulgarmente a formulação de hipóteses por (simples) conveniência de exposição.

### 2.3. Objectivos específicos

Tendo sido o *ratio* 2D:4D recentemente descoberto como possível (ou putativa) medida (não-invasiva) dos níveis pré-natais de hormonas sexuais e sendo ainda um método pouco utilizado, sobretudo na análise do desempenho cognitivo, um dos objectivos específicos do presente estudo empírico foi, simples e justamente, o de estudar a exequibilidade de enveredar através dessa via para um estudo (futuro) mais extenso e mais aprofundado da mesma matéria; procurando, tanto quanto possível, desenvolver ou aperfeiçoar o método utilizado com vista à sua futura utilização.

Todavia, a intenção inicial de estudar o *ratio* 2D:4D em relação com os resultados obtidos previamente com a aplicação da terceira edição da *Escala de Inteligência de Wechsler*, vulgarmente designada por WISC-III, na totalidade da população definida (ver adiante a caracterização dos participantes) acabou por ser modificada, dando origem a dois estudos: um primeiro, nos moldes que acabaram de ser descritos, e um segundo, com uma população dife-

rente e no qual os resultados obtidos resultaram da aplicação de um instrumento de igual modo diferente: a *Bateria de Provas de Raciocínio Diferencial* (BPRD).

Em ambos os casos, contudo, manteve-se esse primeiro objectivo específico de, por um lado, estudar a realidade emergente do *ratio* 2D:4D (enquanto metodologia indirecta de investigação dos possíveis efeitos peri-natais da testosterona no desempenho cognitivo) e, por outro lado, estudar a sua adequabilidade a futuros estudos nesta matéria — dito por outras palavras: de se testar, por assim dizer, o *ratio* 2D:4D na qualidade de método de abordagem. Estudando, ao mesmo tempo, as subtilezas da sua utilização nesse âmbito.

Particularizando, procurou-se em primeiro lugar avaliar se existem diferenças a nível do *ratio* 2D:4D entre os sexos, entre as mãos (direita e esquerda) e entre dois dos métodos possíveis para determinar o referido *ratio* (medição directa e através de imagens digitalizadas impressas). Tal avaliação, por outro lado, foi acompanhada de um segundo objectivo específico: o de verificar, a título meramente exploratório e descritivo, a possível existência de diferenças nos resultados obtidos através da aplicação da WISC-III (*Estudo 1*) e da BPRD (*Estudo 2*) entre sujeitos categorizados em função do *ratio* 2D:4D ser menor *ou* maior (ou igual) à unidade, em ambas as mãos, procurando ainda averiguar possíveis diferenças entre os sexos.

Particularizando um pouco mais: além de procurar conhecer-se melhor o próprio instrumento, procurou-se, a título exploratório, através do *Estudo 1* avaliar-se possíveis relações entre o *ratio* 2D:4D, de ambas as mãos, e os diversos quocientes da WISC-III, adoptando-se ainda a hipótese (em sentido genérico) de averiguar possíveis relações com os índices da mesma escala, dado a literatura indicar *grosso modo* ser mínimo, ou inexistente, o efeito dos diferentes níveis pré-natais de testosterona sobre a inteligência global; o mesmo não sucedendo em relação a capacidades cognitivas específicas (*e.g.* espacial, verbal, etc.), que, de algum modo, são estudadas, igualmente a título exploratório, através da BPRD, no *Estudo 2* (em particular, as capacidades numérica, verbal, espacial, abstracta e mecânica).

### **3. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO EMPÍRICO**

Acabou de se apresentar, em termos genéricos, os objectivos do presente estudo empírico que, como se referiu, acabou incluindo um segundo estudo, para além do estudo pensado inicialmente. Para além dos instrumentos psicométricos específicos a cada estudo, atrás mencionados, foi naturalmente obtido o *ratio* 2D:4D de ambas as mãos de todos os participantes, através das medições dos respectivos comprimentos, tendo-se empregue (para efeitos de estudo) duas metodologias diferentes, ambas consagradas pela literatura: directamente, com a ajuda de um paquímetro; e indirectamente, através de imagens impressas das mãos previamente

digitalizadas com a ajuda de um *scanner*. Todos estes instrumentos, psicométricos ou não, serão descritos com mais detalhe numa subsecção posterior.

### 3.1 Participantes

Foi inicialmente definido como objectivo da presente investigação estudar a *totalidade* dos alunos que frequentaram o Agrupamento de Escolas do Peso da Régua<sup>74</sup>, entre Outubro de 2007 e Junho de 2010 e que foram encaminhados para os Serviços de Psicologia, de um modo geral por motivos de dificuldades de aprendizagem e/ou problemas de comportamento.

A razão de tal escolha foi apresentada no início deste capítulo: tratava-se de uma população prioritária, entre o conjunto dos cerca de 1.600 alunos a frequentar o Agrupamento, que nunca fôra estudada, numa instituição do interior do país onde a própria presença do psicólogo era novidade. Analogamente, as datas que definiram tal população corresponderam, num dos pólos, à data de criação do próprio serviço e, no outro pólo, à data-limite para finalizar o estudo empírico.

Contudo, após ponderação, foi decidido restringir tal população à subpopulação dos mesmos sujeitos, avaliados entre as mesmas datas, mas somente no espaço físico do Gabinete de Psicologia, situado na Escola-sede do Agrupamento, por uma questão de homogeneização das condições de aplicação do instrumento (a WISC-III) mas, sobretudo, pela razão de que só esse espaço reunia condições físicas para a aplicação de testes psicométricos para efeitos de investigação científica<sup>75</sup>.

Quer dizer: embora os restantes locais utilizados, não obstante a sua objectiva falta de condições, possam ser considerados (com alguma indulgência) *suficientes* para uma avaliação

---

<sup>74</sup> Em termos breves, o *Agrupamento de Escolas do Peso da Régua* situa-se no distrito de Vila Real, sendo (à data do presente estudo) frequentado por cerca de 1.600 alunos e sendo composto por 19 escolas: a Escola-sede, EB 2/3, na qual funcionam turmas do 5.º ao 9.º ano de escolaridade e duas turmas de Cursos de Educação e Formação; 13 escolas do 1.º ciclo (3 situadas na cidade do Peso da Régua e 10 em aldeias, situadas entre 8 a 20 km da Escola-sede) e 5 Jardins de Infância (2 na cidade do Peso da Régua e 3 em aldeias, situadas entre 6 a 20 km da Escola-sede). Da oferta educativa deste Agrupamento, é ainda de realçar uma Unidade de Apoio a Surdos, uma Unidade de Apoio à Multideficiência e uma Unidade alunos com Necessidades Educativas Especiais. Desenvolve também actividades educativas com adultos, em dois espaços «externos», duas turmas de alfabetização (1CEB) e duas turmas de cursos de Educação e Formação de Adultos (2CEB).

<sup>75</sup> Efectivamente, embora no período de tempo definido tenham sido atendidos cerca de 200 sujeitos encaminhados para o Gabinete de Psicologia, a maior parte de tais avaliações foram efectuadas em condições físicas julgadas inadequadas para um estudo de natureza científica. Especificamente: o atendimento psicológico aos alunos era realizado na própria escola que o aluno frequentava, sendo que as avaliações eram realizadas nos espaços disponíveis: refeitórios (com temperaturas muito frias no Inverno), as próprias salas de aulas (com demasiado ruído e observação dos colegas) e pátios da entrada da sala de aula (frio, ruído, cadeiras pequenas, mesas ocupadas, entre outros). Ao optar-se por não incluir os sujeitos que não foram avaliados no Gabinete de Psicologia, reduziu-se significativamente o número de participados. (Note-se contudo que alguns dos alunos que não frequentavam a Escola-sede do Agrupamento foram no entanto avaliados no Gabinete de Psicologia, por disponibilidade e facilidade dos pais e das crianças de aí se deslocarem; como tal, foram incluídos no estudo.)

em termos de diagnóstico, foram considerados para efeitos do presente estudo como insuficientes; e, como tal, eliminados.

Dessa escolha, resultou a redução drástica do número de participantes: dos aproximadamente 200 sujeitos que constituíam a população inicial, foram apurados menos de 40 participantes, de ambos os sexos. Redução drástica que, de alguma forma, levou a que se considerasse criar um segundo estudo, utilizando uma prova psicométrica diferente (como já se disse) e uma população diferente: o conjunto de todos os alunos que frequentavam o 9.º ano de escolaridade, igualmente na Escola EB 2/3 do Peso da Régua no mesmo ano lectivo de 2009/2010, e que foram submetidos ao programa de orientação vocacional.

A liberdade para empreender tal diligência não seria possível, ou aconselhável, num outro desenho de investigação, mas é (por assim dizer) permitida (e não deixa de fazer sentido) num estudo exploratório, sobretudo se este for motivado essencialmente pelos três vectores atrás referidos com Babbie (2001): a aspiração em compreender melhor uma determinada realidade, por um lado, tanto mais premente neste caso quanto a questão da orientação vocacional no 9.º ano de escolaridade é, efectivamente, uma preocupação expressa com insistência pelos diferentes agentes educativos; o estudo da viabilidade de prosseguir para estudos mais intensivos, por outro lado; e ainda o possível desenvolvimento, ou aperfeiçoamento, de métodos que poderão ser aplicados em futuros estudos.

É importante frisar este ponto: não se tratou tanto de criar, a qualquer custo, outro estudo para (dessa forma) compensar o número relativamente reduzido de participantes no estudo inicial, mas antes de aproveitar a relativa liberdade permitida por este tipo de estudos para expandir, tanto quanto possível, o objectivo genérico deste estudo: o conhecimento de uma realidade emergente (a utilização do *ratio* 2D:4D como putativo biomarcador da testosterona fetal) e a procura de novas perspectivas para o tema geral (os possíveis efeitos, organizacionais ou activacionais, das hormonas ou esteróides sexuais, pré ou imediatamente pós-natais, no cérebro e no seu desenvolvimento); ou mesmo, tendo em conta as sugestões encontradas durante a revisão da literatura, eventuais novos temas ou áreas que possam ser associados à utilização do *ratio* 2D:4D.

Foi nesse sentido que se procurou definir uma *coorte* de participantes, ou seja, uma unidade ou conjunto de sujeitos que pudessem apresentar alguma homogeneidade, em vez de se retirar uma amostra, probabilística ou não, da totalidade dos alunos, cerca de 1.600, matriculados naquele ano lectivo no referido Agrupamento.

Embora, em rigor, se pudesse falar em ambos os casos de populações, uma vez que em ambos os estudos se inquiriu junto da totalidade dos universos definidos, falar-se-á doravante, por uma questão de simplicidade de linguagem, em amostras; entendendo-se então cada uma delas como amostras independentes (uma da outra) e não-probabilísticas do universo constituído pela totalidade dos alunos matriculados e a frequentar o Agrupamento de Escolas do Peso da Régua<sup>76</sup>, entre Outubro de 2007 e Junho de 2010. Para todos os efeitos práticos, trata-se por conseguinte de amostras de conveniência, não representativas do universo; incluindo, em ambos os casos sujeitos de ambos os sexos, esquerdinos e destros<sup>77</sup>.

Além do consentimento por parte da Direcção do Agrupamento, foi enviado a todos os pais e/ou encarregados de educação informação escrita sobre os objectivos do estudo empírico e respectivo pedido de autorização e consentimento informado. Durante a recolha de dados, foi de igual modo explicado aos alunos e aos professores o estudo em questão.

### *3.1.1. Recolha da amostra e procedimento de recolha de dados*

O *Estudo 1* baseia-se nos resultados obtidos pelos 37 sujeitos na *Escala de Inteligência de Wechsler terceira edição (WISC-III)* e o *Estudo 2* nos resultados obtidos por 52 sujeitos na *Bateria de Provas de Raciocínio Diferencial (BPRD)*. Ambas as amostras são não probabilísticas, ou seja, tratam-se de amostras de conveniência.

#### *3.1.1.1. Estudo 1: ratio 2D:4D e WISC III*

A amostra total do *Estudo 1*, 37 sujeitos, é constituída pelos alunos que frequentaram o Agrupamento, de Outubro de 2007 a Junho de 2010 e que foram encaminhados para os Serviços de Psicologia (de forma global, por motivos de dificuldades de aprendizagem e/ou problemas de comportamento) e avaliados no espaço físico do Gabinete de Psicologia, situado

---

<sup>76</sup> Em termos breves, o *Agrupamento de Escolas do Peso da Régua* situa-se no distrito de Vila Real, sendo (à data do presente estudo) frequentado por cerca de 1.600 alunos e sendo composto por 19 escolas: a Escola-sede, EB 2/3, na qual funcionam turmas do 5.º ao 9.º ano de escolaridade e duas turmas de Cursos de Educação e Formação; 13 escolas do 1.º ciclo (3 situadas na cidade do Peso da Régua e 10 em aldeias, situadas entre 8 a 20 km da Escola-sede) e 5 Jardins de Infância (2 na cidade do Peso da Régua e 3 em aldeias, situadas entre 6 a 20 km da Escola-sede). Da oferta educativa deste Agrupamento, é ainda de realçar uma Unidade de Apoio a Surdos, uma Unidade de Apoio à Multideficiência e uma Unidade alunos com Necessidades Educativas Especiais. Desenvolve também actividades educativas com adultos, em dois espaços «externos», duas turmas de alfabetização (ICEB) e duas turmas de cursos de Educação e Formação de Adultos (2CEB).

<sup>77</sup> A caracterização da lateralidade dos sujeitos é feita apenas na dualidade esquerdinos/destros, por não existir nenhum sujeito ambidestro.

na Escola-sede do Agrupamento e que reúne as condições necessárias para aplicação de testes psicométricos<sup>78</sup>. A distribuição dos alunos por escola encontra-se no Quadro 1.

Quadro 1  
*Distribuição dos participantes pelas escolas (Estudo 1)*

Escolas	N	%
EB 1 Covo	3	8,1
EB 1 n.º 1	2	5,4
EB 1 n.º 3	1	2,7
EB 2,3	31	83,8
Total	37	100

Por razões já explicitadas (veja-se nota 75, p. 1) a maioria dos alunos que constitui a amostra total, frequenta a EB 2/3 do Peso da Régua.

Quadro 2  
*Média de idades (Estudo 1)*

	N	Mínimo	Máximo	Média	d.p.
Idade	37	7	15	11,76	1,81

Pode-se constatar, da leitura dos Quadros 2 e 3, que existe uma maioria de sujeitos do sexo masculino e média de idades da amostra total é de cerca de 12 anos.

Quadro 3  
*Distribuição por sexo (Estudo 1)*

	N	%
Feminino	15	40,5
Masculino	22	59,5
Total	37	100

<sup>78</sup> É de salientar que no mesmo período de tempo foram atendidos cerca de 200 encaminhamentos para o Gabinete de Psicologia, no entanto, grande parte das avaliações foram efectuadas em ambientes que não reuniam as condições físicas e ambientais adequadas. Especificamente: o atendimento psicológico aos alunos era realizado na própria escola que o aluno frequentava, sendo que as avaliações eram realizadas nos espaços disponíveis: refeitórios (com temperaturas muito frias no Inverno), próprias salas de aulas (com demasiado ruído e observação dos colegas) e pátios da entrada da sala de aula (frio, ruído, cadeiras pequenas, mesas ocupadas, entre outros). Devido a critérios de rigorosidade optou-se por não incluir os sujeitos que não foram avaliados no Gabinete de Psicologia, o que reduziu significativamente o número de sujeitos. Alguns alunos que não frequentavam a escola sede foram avaliados no Gabinete de Psicologia, por disponibilidade, e facilidade, dos pais e das crianças se deslocarem; como tal, estes foram incluídos na amostra.

De igual modo, verifica-se que a média de idades dos sujeitos do sexo feminino é ligeiramente superior à do sexo masculino.

Quadro 4  
Escolaridade (Estudo 1)

		N	%
	1.º ano	1	2,7
	4.º ano	5	13,5
	5.º ano	13	35,1
	6.º ano	6	16,2
	7.º ano	9	24,3
	8.º ano	3	8,1
	Total	37	100

Os sujeitos concentram-se sobretudo no 5.º ano (35,1%) e no 7.º ano (24,3%).

Quadro 5  
Lateralidade (Estudo 1)

		N	%
	Direita	36	97,3
	Esquerda	1	2,7
	Total	37	100

Como se pode constatar no Quadro 5, os participantes manifestam, na sua grande maioria, uma lateralidade direita (97,3%).

### 3.1.1.2. Variáveis e instrumentos de medida

As variáveis consideradas no *Estudo 1* estão divididas em três partes constituintes do Protocolo: aspectos pessoais e sócio-demográficos relativos a dados do aluno, valores médios dos *ratios* 2D:4D (entre o físico e o das imagens das mãos digitalizadas), direitos e esquerdos e os resultados obtidos na WISC-III.

A WISC-III é um instrumento de avaliação cognitiva que permite avaliar a inteligência dos sujeitos, dos 6 aos 16 anos. Esta escala foi aferida, para a população portuguesa, por Mário Simões, da Universidade de Coimbra, e sua equipa. Dada a popularização da WISC-III, sendo actualmente o instrumento mais utilizado na avaliação psicológica e com o maior

número de investigações em todo mundo, considera-se que esta escala dispensa grande apresentação<sup>79</sup>.

Em ambos os estudos, o *ratio* 2D:4D foi calculado com base em dois tipos de medições: medições directas do comprimento do segundo e quarto dígitos; medições do comprimento do segundo e quarto dígitos, em papel impresso, após as mãos terem sido digitalizadas. Posteriormente, procedeu-se à média dos valores obtidos entre estas duas metodologias, para a mão direita e para a mão esquerda. Foi o valor médio obtido do *ratio* 2D:4D, entre estas duas medições, o utilizado nas análises estatísticas na avaliação da relação entre os níveis pré-natais de testosterona, ou seja o *ratio* 2D:4D, e os diferentes tipos de inteligência.

Quadro 6  
*Instrumentos, objectivos e aspectos avaliados (Estudo 1)*

<b>Instrumento</b>	<b>Objectivos</b>	<b>Aspectos avaliados</b>
Dados Sócio-Demográficos	Identificação e caracterização dos sujeitos.	Escola, ano, idade sexo e lateralidade.
<i>Ratio</i> 2D:4D	Caracterizar e medir os níveis de testosterona pré-natal	Medição do comprimento do segundo e quarto dígitos, através de medições direitas e das mãos digitalizadas, de ambas as mãos. Posteriormente, procedeu-se à operação de divisão entre o comprimento do 2D e do 4D. O valor utilizado na análise das relações e possíveis relações foi a média obtida entre o <i>ratio</i> físico e <i>ratio</i> das mãos digitalizadas.

<sup>79</sup> De forma sucinta, a WISC-III é composta por treze subtestes, divididos em duas subescalas, verbal e de realização: 1) *Completamento de Gravuras*; 2) *Informação*, 3) *Código*; 4) *Semelhanças*; 5) *Disposição de Gravuras*; 6) *Aritmética*; 7) *Cubos*; 8) *Vocabulário*; 9) *Composição de Objectos*; 10) *Compreensão*; 11) *Pesquisa de Símbolos*; 12) *Memória de dígitos* e 13) *Labirintos*. Os subtestes *Pesquisa de símbolos*, *Memória de Dígitos* e *Labirintos* são suplementares. Os subtestes verbais obrigatórios são: *Informação*, *Semelhanças*, *Aritmética*; *Vocabulário*; *Compreensão* e o subteste suplementar é o *Memória de Dígitos*. Os subtestes de realização obrigatórios são: *Completamento de Gravuras*; *Código*; *Disposição de Gravuras*; *Cubos* e *Composição de Objectos* e os suplementares são a *Pesquisa de Símbolos* e os *Labirintos*. As pontuações do sujeito nos diferentes subtestes permitem calcular vários resultados. É possível calcular o Quociente de Escala Completa QIEC (1º nível de interpretação), determinado pela soma dos resultados padronizados nos subtestes Verbais e de Realização; o Quociente Verbal, QIV (2º nível de interpretação), a partir dos somatórios dos resultados padronizados nos subtestes verbais; o Quociente de Realização, QIR (ainda 2º nível de interpretação), com base nos somatórios dos resultados padronizados nos subtestes de realização obrigatórios. Deve-se comparar as diferenças entre o QI V e o QIR pois poderão fornecer informações relevantes sobre o sujeito. Podem ainda ser calculados os índices, a partir de análises factoriais (3º nível de interpretação), a partir de análises factoriais: o índice de compreensão verbal, ICV (formado pelos subtestes de *Informação*, *Semelhanças*, *Vocabulário*, *Compreensão*); o índice de Organização Perceptiva, IOP (compostos pelos subtestes de *Completamento de Gravuras*, *Disposição de gravuras*, *Cubos* e *Composição de objectos*) e o índice de Velocidade de Processamento, IVP (constituído pelos subtestes de *Código* e *Pesquisa de Símbolos*). Poderá ser ainda analisado o resultado padronizado obtido em cada teste (quarto nível de interpretação) (Simões *et al.*, 2003).

WISC-III	Caracterizar a inteligência.	QI Verbal (QIv), QI de Realização (QIr) e QI de Escala Completa (QIec), índice de Compreensão Verbal (CV), índice de Organização Perceptiva (OP) e índice de Velocidade de Processamento (VP).
----------	------------------------------	--

### 2.1.2.1. Estudo 2: Ratio 2D:4D e BPRD

A amostra do *Estudo 2*, 52 alunos, é constituída por todos os alunos que frequentaram o 9.º ano de escolaridade, na Escola EB 2,3 do Peso da Régua, no ano lectivo de 2009/2010 e que foram submetidos ao programa de orientação vocacional.

Quadro 7  
*Média de idades (Estudo 2)*

	N	Mínimo	Máximo	Média	d.p.
Idade	52	14	17	14,62	0,69

A média de idades da amostra total é de 14,62 anos (d.p.: 0,69), a das raparigas de 14,53 anos (d.p.: 0,615) e a dos rapazes de 14,78 anos (d.p.: 0,808).

Quadro 8  
*Distribuição por sexo (Estudo 2)*

		N	%
	Feminino	34	65,4
	Masculino	18	34,6
	Total	52	100

A amostra deste estudo é composta por 34 raparigas (65,4%) e 18 rapazes (34,6%).

Quadro 9  
*Lateralidade (Estudo 2)*

		N	%
	Direito	49	94,2
	Esquerdo	3	5,8
	Total	52	100,0

Os sujeitos da amostra exibem, na sua maioria, uma lateralidade direita (94,2%).

### 3.1.2.2. Variáveis e instrumentos de medida

As «variáveis» consideradas no *Estudo 2* estão divididas em três partes constituintes do Protocolo: aspectos pessoais e sócio-demográficos relativos a dados do aluno, os valores médios dos *ratios* 2D:4D, direitos e esquerdos e as diferentes provas da BPRD. A BPRD é uma bateria de provas de raciocínio diferencial, desenvolvida por Leandro Almeida (Universidade do Minho) e validada para a população portuguesa. Tal como o nome indica, trata-se de uma bateria de provas com o objectivo de avaliar o Raciocínio, ou a operação mental, inerente a cinco provas: Raciocínio Numérico (prova NR), Raciocínio Verbal (Prova VR), Raciocínio Espacial (Prova SR), Raciocínio Abstracto (Prova AR) e Raciocínio Mecânico (Prova MR)<sup>80</sup>. É usual, tal bateria ser utilizada pela Psicologia Escolar, no âmbito do programa de Orientação escolar e profissional do 9.º ano, e pela Psicologia das Organizações, na orientação e da selecção profissional (Almeida, 1994).

Quadro 10  
*Instrumentos, objectivos e aspectos avaliados (Estudo 2)*

<b>Instrumento</b>	<b>Objectivos</b>	<b>Aspectos avaliados</b>
Ficha de dados sócio-demográficos	Identificação e caracterização dos sujeitos.	Escola, ano, idade, sexo e lateralidade.
<i>Ratio</i> 2D:4D	Caracterizar e medir os níveis de testosterona pré-natal.	Medição do comprimento do segundo e quarto dígitos, através de medições físicas e das mãos digitalizadas, e posterior operação de divisão entre os dois comprimentos do 2D e 4D. O valor utilizado na análise das relações e possíveis correlações estatisticamente significativas, foi a média obtida entre o <i>ratio</i> físico e o <i>ratio</i> das mãos digitalizadas.
BPRD	Caracterizar o raciocínio diferencial (diferentes	Provas: Raciocínio Numérico (Nr), Raciocínio

<sup>80</sup> A Prova de Raciocínio Numérico permite avaliar a aptidão para lidar com números, efectuar pequenos cálculos e, sobretudo, inferir e aplicar relações entre números. É constituída por 30 itens e tem duração de 17 minutos; a Prova de Raciocínio Numérico concilia o conhecimento vocabular do sujeito com a sua capacidade de estabelecer relações entre elementos (raciocínio). É constituída por 40 itens e tem duração de sete minutos; *Prova de Raciocínio Espacial* avalia a capacidade de reconhecimento ou de visualização de elementos figurativos e a capacidade de rotação ou de acompanhar os movimentos das figuras no espaço bidimensional ou tridimensional. O desempenho nesta prova implica, sobretudo, a capacidade do sujeito para perceber formas e perceber o movimento dessas formas no espaço. É constituída por 30 itens e tem duração de 16 minutos; a Prova de Raciocínio Abstracto permite avaliar a capacidade de raciocínio dos sujeitos (inferir e aplicar relações entre elementos), independentemente dos factores culturais. É constituída por 35 itens e tem duração de nove minutos; a *Prova do Raciocínio Mecânico* requer conhecimentos básicos da física e da química, de forma a sujeito a executar com sucesso. Tais conhecimentos podem ou não decorrer das aprendizagens escolares. É constituída por 40 itens e tem duração de 15 minutos (Almeida, 1994).

	capacidades cognitivas).	Verbal (Vr), Raciocínio Espacial (Sr), Raciocínio Abstracto (Ar) e Raciocínio Mecânico (Mr).
--	--------------------------	--

#### 4. COTAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS ATRAVÉS DA PARTE INICIAL DO PROTOCOLO

No que se refere a dados pessoais e sócio-demográficos, foi construída uma parte inicial de caracterização da amostra, de modo a obter dados mais específicos acerca dos sujeitos. Esta secção era constituída por um conjunto de questões, feitas directamente aos sujeitos (algumas confirmadas, posteriormente, no processo individual do aluno), relacionadas com a escola frequentada, o ano de escolaridade, o sexo, a idade e a lateralidade.

#### 5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Para a caracterização sócio-demográfica das amostras, e dos diferentes grupos que as compõem, como já referido, recorreu-se à estatística descritiva (frequências relativas, médias, desvios-padrão). Para outras análises e com o objectivo de averiguar a existência de diferenças entre grupos (*ratios*  $2D:4D < 1$  e  $2D:4D \geq 1$  e sexos feminino e masculino), recorreu-se à estatística inferencial, aceitando como variáveis estatisticamente significativas, todas as diferenças com um nível de significância inferior a 0,05. Foi aplicado o teste de comparação de médias para amostras independentes, o equivalente não paramétrico (teste *U* de MannWhitney) e ainda se procedeu a análises de Correlação (*r* de Pearson).

Para o tratamento estatístico e análise dos dados, foi utilizada a versão 17.0 do programa estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*).

## V. Resultados

Apresentam-se de seguida os resultados obtidos através da análise das características psicométricas dos instrumentos de medida utilizados. De igual modo, são referidas as análises descritivas dos resultados, dos dois estudos empíricos. Segue-se a análise central do estudo, nomeadamente a averiguação das relações entre as várias facetas usadas. Finalmente, é feita uma correlação,  $r$  de Pearson, entre os *ratios* e os resultados da WISC e da BPRD.

A escala usada no *Estudo 1* exhibe uma consistência interna de 0,885 (Quadro 11). Os testes usados no *Estudo 2* apresentam uma consistência interna de 0,744, sugerindo por conseguinte uma boa consistência interna no primeiro e uma razoável consistência interna no segundo.

Quadro 11  
*Consistência interna do questionário*

Alpha Cronbach		N.º de Itens
Estudo 1	0,885	10
Estudo 2	0,744	9

### 1. ESTUDO 1: ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE O *RATIO* 2D:4D E OS RESULTADOS OBTIDOS NA WISC III.

Como já referido, o objectivo do presente estudo tem como objectivo geral analisar se os *ratios* permitem prever o nível de inteligência. Assim, nesta secção apresentam-se e analisam-se os resultados empíricos resultantes da investigação entre as variáveis de natureza descritiva e o quociente de inteligência.

Analisando os resultados da amostra total, os valores em termos de *ratios* são a seguir descritos.

Quadro 12

*Resultados médios dos ratios físicos e das mãos digitalizadas, direito e esquerdo*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
Ratio físico direito	37	,93	1,06	,9889	,02998
Ratio da mão direita digitalizada	37	,92	1,02	,9676	,02521
Ratio físico esquerdo	37	,90	1,05	,9862	,03192
Ratio da mão esquerda digitalizada	37	,91	1,03	,9673	,03159

A média dos *ratios* físicos são superiores à das mãos digitalizadas, quer o *ratio* direito ( $0,9889 > 0,9676$ ), quer o *ratio* esquerdo ( $0,9862 > 0,9673$ ).

Quadro 13

*Média dos ratios, direitos e esquerdos*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
Média do <i>ratio</i> direito	37	,93	1,04	,9782	,02615
Média do <i>ratio</i> esquerdo	37	,92	1,04	,9768	,03040

Calculando a média dos valores do *ratio* físico e das imagens das mãos digitalizadas, esquerdo e direito, observa-se que os valores médios dos *ratios* direitos são superiores aos valores médios dos *ratios* esquerdos ( $0,9782 > 0,9768$ ).

De seguida são apresentados os valores obtidos na amostra na WISC-III (QIv, QIr, QIec, CV, OP e VP).

Quadro 14

*Valores médios das escalas da WISC-III*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
QI Verbal	37	51	138	76,32	17,316
QI Realização	37	54	119	78,81	17,346
QI Escala Completa	37	51	135	74,41	18,237
CV	37	52	134	76,49	17,557
OP	37	54	125	79,57	20,055
VP	37	54	117	85,16	15,563

A amostra conseguiu obter os resultados mais altos na escala do QI de Realização (média: 78,81; d.p.: 17,346) e no índice de VP (média: 85,16; d.p.: 15,56).

### 1.1. Categorização dos ratios

Foi realizada uma categorização do *ratio* dos sujeitos em superior/igual à unidade e inferior à unidade, tendo-se obtido os seguintes valores abaixo indicados. Mais uma vez se salienta que os valores dos *ratios* aqui utilizados correspondem à média entre os *ratios* físicos e os *ratios* obtidos através das imagens das mãos digitalizadas.

Quadro 15  
Categorização do *ratio* esquerdo

Categoria	N	%
<1	26	70,3
≥1	11	29,7
Total	37	100

Em relação ao *ratio* esquerdo, os sujeitos apresentam maioritariamente um *ratio* inferior à unidade (70,3%).

Quadro 16  
Categorização do *ratio* direito

Categoria	N	%
<1	28	75,7
≥1	9	24,3
Total	37	100,0

Em termos de *ratio* direito, os sujeitos apresentam um valor maioritariamente inferior à unidade (75,7%).

### Raparigas

Estudando os resultados obtidos pelos sujeitos do sexo feminino (15 sujeitos), constata-se que são referentes a sujeitos que frequentam entre o 4.º e o 8.º anos de escolaridade, sendo na sua maioria do 7.º ano (7 sujeitos; 46,7%). Todas as raparigas manifestam uma lateralidade direita, com uma idade média de 12,27 anos (d.p.: 1,944).

Os valores relativos aos *ratios* encontram-se no Quadro 17.

Quadro 17

*Resultados médios dos ratios, físicos e das mãos digitalizadas, direito e esquerdo, nas raparigas*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
<i>Ratio físico direito</i>	15	,95	1,06	,9920	,03028
<i>Ratio da mão direita digitalizada</i>	15	,92	1,02	,9660	,02798
<i>Ratio físico esquerdo</i>	15	,94	1,02	,9827	,02463
<i>Ratio da mão esquerda digitalizada</i>	15	,92	1,02	,9660	,02898

Como se pode observar, os resultados físicos são superiores aos das imagens das mãos digitalizadas e ainda que o *ratio* físico direito é mais elevado que o esquerdo.

Quadro 18:

*Média dos ratios, direitos e esquerdos*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
Média do <i>ratio</i> direito	15	,94	1,04	,9790	,02772
Média do <i>ratio</i> esquerdo	15	,94	1,02	,9743	,02576

Calculando a média dos valores do *ratio* físico e das imagens das mãos digitalizadas, dos lados esquerdo e direito, observa-se que os valores médios dos *ratios* direitos voltam a ser superiores aos valores médios dos *ratios* esquerdos.

Quadro 19

*Valores médios das escalas da WISC*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
QI Verbal	15	51	89	71,33	11,890
QI Realização	15	54	98	74,07	14,959
QI Escala Completa	15	51	88	69,53	11,886
CV	15	52	90	71,60	13,399
OP	15	54	106	73,80	17,865
VP	15	54	114	83,33	15,832

A amostra das raparigas conseguiu obter os resultados mais altos na escala do QI de Realização (média: 78,81; d.p.: 17,346) e no índice de VP (média: 85,16; d.p.: 15,56).

### 1.2. Categorização dos *ratios*: raparigas

Foi realizada uma categorização do *ratio* dos sujeitos em superior/igual à unidade e inferior à unidade, tendo-se obtido os seguintes valores abaixo indicados. Mais uma vez se relembra que os valores dos *ratios* aqui utilizados correspondem às médias obtidas entre os *ratios* físicos e os *ratios* das imagens das mãos digitalizados.

Quadro 20  
Categorização do *ratio* esquerdo

Categoria	N	%
<1	11	73,3
≥1	4	26,7
Total	15	100,0

Em relação aos *ratios* esquerdos, as raparigas exibem, maioritariamente, um *ratio* inferior à unidade (73,3%).

Quadro 21  
Categorização do *ratio* direito

Categoria	N	%
<1	12	80,0
≥1	3	20,0
Total	15	100,0

Em termos de *ratio* direito, os sujeitos manifestam, em grande maioria, um valor inferior à unidade (80,0%).

## Rapazes

Estudando os resultados obtidos pelos sujeitos do sexo masculino (22 sujeitos), constata-se que são alunos a frequentar os 1.º, 4.º, 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos de escolaridade, sendo na sua

maioria do 5.º ano (11 sujeitos; 50,0%). Esta sub-amostra exhibe uma lateralidade maioritariamente direita (95,5%), com uma idade média de 11,41 anos (d.p.= 1,65).

Os valores relativamente aos *ratios* foram os a seguir descritos.

Quadro 22

*Resultados médios dos ratios, físico e das mãos digitalizadas, direito e esquerdo, nos rapazes*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
<i>Ratio físico esquerdo</i>	22	,90	1,05	,9886	,03642
<i>Ratio da mão esquerda digitalizada</i>	22	,91	1,03	,9682	,03390
<i>Ratio físico direito</i>	22	,93	1,04	,9868	,03030
<i>Ratio da mão direita digitalizada</i>	22	,92	1,00	,9686	,02376

Como se pode observar, os resultados físicos são os mais elevados, sendo o *ratio* físico esquerdo superior ao direito e o *ratio* esquerdo das imagens das mãos digitalizadas inferior ao direito.

Quadro 23

*Média dos ratios, direitos e esquerdos*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
<i>Ratio direito</i>	22	,93	1,02	,9777	,02567
<i>Ratio esquerdo</i>	22	,92	1,04	,9784	,03368

Calculando a média dos valores do *ratio* físicos e das imagens das mãos digitalizadas, esquerdos e direitos, observa-se que os valores médios dos dedos esquerdos são mais elevados que os valores médios dos dedos direitos ( $0,9784 > 0,9777$ ).

Quadro 24

*Valores médios das escalas e índices da WISC*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
QI Verbal	22	56	138	79,73	19,744
QI Realização	22	60	119	82,05	18,427

QI Escala Completa	22	55	135	77,73	21,153
CV	22	52	134	79,82	19,495
OP	22	57	125	83,50	20,898
VP	22	57	117	86,41	15,623

A amostra dos rapazes conseguiu obter os resultados mais altos no QI de Realização (média: 82,05; d.p.: 18,427), no índice de OP (média: 83,50; d.p.: 20,898) e de VP (média: 86,41; d.p.: 15,623).

### 1.3. Categorização dos ratios: rapazes

Foi realizada uma categorização do *ratio* dos rapazes em superior/igual à unidade e inferior à unidade, tendo-se obtido os seguintes valores abaixo indicados.

Quadro 25  
Categorização do *ratio* esquerdo

Categoria	N	%
<1	15	68,2
≥1	7	31,8
Total	22	100,0

Em relação ao *ratio* da mão esquerda, os sujeitos manifestam, maioritariamente, um *ratio* inferior à unidade (68,2%).

Quadro 26  
Categorização do *ratio* direito

Categoria	N	%
<1	16	72,7
≥1	6	27,3
Total	22	100,0

Em termos de *ratio* direito, os rapazes exibem um valor, maioritariamente, inferior à unidade (72,7%).

### 1.4. Análise estatística

Através do teste *U* de Mann-Whitney, foram testadas as seguintes hipóteses:

*Hipótese 1:* Existem diferenças, estatisticamente significativas, entre os sexos, nos *ratios* 2D:4D, esquerdo e direito.

(Note-se que foram testados os valores dos *ratios* físicos, das imagens das mãos digitalizadas e as médias obtidas entre estes dois *ratios*).

Não se detectaram diferenças significativas do ponto de vista estatístico.

*Hipótese 2:* Existem diferenças estatisticamente significativas nos QI de Realização, Verbal e de Escala Completa, assim como nos índices CV, OP e VP, entre os sujeitos com *ratios* 2D:4D < 1 e os sujeitos com *ratios* 2D:4D ≥ 1, para a mão direita.

Não se detectaram diferenças significativas do ponto de vista estatístico.

*Hipótese 3:* Existem diferenças estatisticamente significativas nos QI de Realização, Verbal e de Escala Completa, assim como nos índices CV, OP e VP, entre os sujeitos com *ratios* 2D:4D < 1 e os sujeitos com *ratios* 2D:4D ≥ 1, para a mão esquerda.

Não se detectaram diferenças significativas do ponto de vista estatístico.

*Hipótese 4:* Existem diferenças estatisticamente significativas nos QI de Realização, Verbal e de Escala Completa, assim como nos índices CV, OP e VP, de acordo com o sexo dos sujeitos.

Não se verificaram diferenças significativas do ponto de vista estatístico.

Foram também testadas as relações (*r* de Pearson) entre as escalas da WISC-III e os três tipos de *ratios* estudados, não se tendo verificado qualquer ligação entre as variáveis.

## 2. ESTUDO 2: RELAÇÃO ENTRE O RATIO 2D:4D E OS RESULTADOS OBTIDOS NA BPRD

O Estudo 2 teve como objectivo principal analisar se os diferentes *ratios* têm implicações ao nível das capacidades cognitivas diferenciais do sujeito. Ao longo desta secção serão abordados os resultados empíricos resultantes da pesquisa entre as variáveis descritivas e as provas do raciocínio diferencial.

Observando a amostra total, foram obtidos os *ratios* que se encontram no Quadro 27.

Quadro 27

*Resultados médios dos ratios, físicos e das mãos digitalizadas, direitos e esquerdos*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
<i>Ratio físico direito</i>	52	,93	1,10	,9956	,03051
<i>Ratio da mão direita digitalizada</i>	52	,90	1,06	,9748	,03196
<i>Ratio físico esquerdo</i>	52	,93	1,06	,9883	,02854
<i>Ratio da mão esquerda digitalizada dedo</i>	52	,90	1,03	,9738	,02884

A média dos *ratios* físicos são superiores aos das imagens das mãos digitalizadas, quer para a mão direita, quer para a esquerda.

Quadro 28

*Média dos ratios, físicos e das mãos digitalizadas, direitos e esquerdos.*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
<i>Ratio direito</i>	52	,92	1,08	,9852	,02970
<i>Ratio esquerdo</i>	52	,92	1,05	,9811	,02709

Calculando a média dos valores do *ratio* físico e das mãos digitalizadas, esquerdos e direitos, verifica-se que os valores médios dos *ratios* direitos são superiores aos valores médios dos esquerdos ( $0,9852 > 0,9811$ ).

De seguida são apresentados os valores obtidos na amostra na Bateria de Provas do Raciocínio Diferencial: Provas *Nr*, *Vr*, *Sr*, *Ar* e *Mr*.

Quadro 29

*Valores obtidos nas provas da BPRD*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
Prova <i>Nr</i>	52	25	66	40,37	11,315
Prova <i>Vr</i>	52	25	68	46,52	9,779
Prova <i>Sr</i>	52	26	73	45,25	11,422
Prova <i>Ar</i>	52	27	67	49,92	9,583
Prova <i>Mr</i>	52	26	74	48,48	11,299

A amostra conseguiu obter os resultados mais altos na Prova do Raciocínio Abstracto (média: 49,92; d.p.: 9,583) e na Prova do Raciocínio Mecânico (média: 48,48; d.p.: 11,299).

### 2.1. Categorização dos ratios

Tal como se procedeu no Estudo 1, foi realizada uma categorização do *ratio* dos sujeitos em superior/igual à unidade e inferior à unidade, tendo-se obtido os seguintes valores abaixo indicados.

Quadro 30  
Categorização do *ratio* esquerdo

Categoria	N	%
<1	35	67,3
≥1	17	32,7
Total	52	100,0

Em relação ao *ratio* esquerdo, os sujeitos manifestam, maioritariamente, um *rácio* inferior à unidade (67,3%).

Quadro 31  
Categorização do *ratio* direito

Categoria	N	%
<1	34	65,4
≥1	18	34,6
Total	52	100,0

Em termos de *ratio* direito, os sujeitos revelam um valor, maioritariamente, inferior à unidade (65,4%).

### Raparigas

Estudando os resultados obtidos pelos sujeitos do sexo feminino (34 sujeitos), constata-se que manifestam uma lateralidade predominantemente direita (91,2%), com uma idade média de 14,53 anos (d.p.: 0,615).

Os seus valores relativamente aos *ratios* encontram-se no Quadro 32.

Quadro 32

*Resultados médios dos ratios físicos e das mãos digitalizadas, direitos e esquerdos, nas raparigas*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
<i>Ratio físico direito</i>	34	,93	1,10	,9988	,02931
<i>Ratio da mão direita digitalizada</i>	34	,90	1,06	,9782	,03261
<i>Ratio físico esquerdo</i>	34	,95	1,06	,9909	,02466
<i>Ratio da mão esquerda digitalizada</i>	34	,93	1,03	,9776	,02618

Como se pode observar, os resultados físicos são superiores aos das imagens das mãos digitalizadas, quer para a mão direita quer para a mão esquerda, sendo o *ratio* físico direito superior ao esquerdo.

Quadro 33

*Média dos ratios, direitos e esquerdos*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
<i>Ratio direito</i>	34	,92	1,08	,9885	,02878
<i>Ratio esquerdo</i>	34	,95	1,05	,9843	,02326

Calculando a média dos valores do *ratio* físico e das imagens das mãos digitalizadas, esquerdo e direito, observa-se que os valores médios dos *ratio* direitos são superiores aos valores médios dos *ratios* esquerdos ( $0,9885 > 0,9843$ ).

Quadro 34

*Valores obtidos nas provas da BPRD*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
Prova Nr	34	27	66	42,24	11,386
Prova Vr	34	26	68	47,97	8,508
Prova Sr	34	26	73	47,59	12,003
Prova Ar	34	29	67	52,18	8,523
Prova Mr	34	34	74	52,09	9,668

A amostra das raparigas conseguiu obter os resultados mais altos na Prova do Raciocínio Abstracto (média: 52,18; d.p.: 8,523) e na Prova do Raciocínio Mecânico (média: 52,09; d.p.: 9,668).

## 2.2. Categorização dos ratios: raparigas

Foi realizada uma categorização do *ratio* das raparigas em superior/igual à unidade e inferior à unidade, tendo-se obtido os seguintes valores abaixo indicados.

Quadro 35  
Categorização do *ratio* esquerdo

Categoria	N	%
<1	23	67,6
≥1	11	32,4
Total	34	100,0

Em relação ao *ratio* esquerdo, os sujeitos exibem, maioritariamente, um *ratio* inferior à unidade (67,6%).

Quadro 36  
Categorização do *ratio* direito

Categoria	N	%
<1	22	64,7
≥1	12	35,3
Total	34	100,0

Em termos de *ratio* da mão direita, os sujeitos revelam maioritariamente um valor inferior à unidade (64,7%).

## Rapazes

Estudando os resultados obtidos pelos sujeitos do sexo masculino (18 sujeitos), constata-se que manifestam uma lateralidade totalmente direita (100%), com uma idade média de 14,78 anos (d.p.: 0,808).

Os seus valores relativamente aos *ratios* apresentam-se no Quadro 37, a seguir.

Quadro 37

*Resultados médios dos ratios, físicos e das mãos digitalizadas, direitos e esquerdos, nos rapazes*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
<i>Ratio físico esquerdo</i>	18	,93	1,04	,9833	,03498
<i>Ratio da mão esquerda digitalizada</i>	18	,90	1,01	,9667	,03290
<i>Ratio físico direito</i>	18	,93	1,04	,9894	,03262
<i>Ratio da mão direita digitalizada</i>	18	,92	1,02	,9683	,03053

Como se pode observar, os resultados físicos são superiores aos das imagens das mãos digitalizadas, sendo o *ratio* direito superior ao esquerdo no físico e no das imagens das mãos digitalizadas.

Quadro 38

*Média dos ratios, direitos e esquerdos*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
<i>Ratio direito</i>	18	,93	1,03	,9789	,03123
<i>Ratio esquerdo</i>	18	,92	1,03	,9750	,03303

Calculando a média dos valores do *ratios* físicos e das imagens das mãos digitalizadas, esquerdos e direitos, constata-se que os valores médios dos *ratios* direitos são superiores aos valores médios dos *ratios* esquerdos ( $0,9789 > 0,9750$ ).

Quadro 39

*Valores obtidos nas provas da BPRD*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>d.p.</b>
Prova Nr	18	25	60	36,83	10,596
Prova Vr	18	25	58	43,78	11,584
Prova Sr	18	26	56	40,83	8,952
Prova Ar	18	27	62	45,67	10,256
Prova Mr	18	26	67	41,67	11,241

A amostra masculina conseguiu obter os resultados mais altos na Prova do Raciocínio Abstracto (média: 45,67; d.p.: 10,256) e na Prova do Raciocínio Verbal (média= 43,78; d.p.= 11,584).

### 2.3. Categorização dos ratios: rapazes

Foi realizada uma categorização dos *ratios* dos sujeitos em superior/igual à unidade e inferior à unidade, tendo-se obtido os seguintes valores abaixo indicados.

Quadro 40  
Categorização do ratio esquerdo

<b>Categoria</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<1	12	66,7
≥1	6	33,3
Total	18	100,0

Em termos do *ratio* direito, os sujeitos exibem maioritariamente um valor inferior à unidade (66,7%).

Quadro 41  
Categorização do ratio direito

<b>Categoria</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<1	12	66,7
≥1	6	33,3
Total	18	100,0

No *ratio* direito, os sujeitos manifestam um valor maioritariamente inferior à unidade (66,7%) semelhante à categorização do *ratio* esquerdo (66,7%).

### 2.4. Análise estatística

Através do teste *U* de Mann-Whitney, foram testadas as seguintes hipóteses:

*Hipótese 1:* Existem diferenças, estatisticamente significativas, entre os sexos, nos *ratios* 2D:4D, esquerdo e direito.

(Foram testados os valores dos *ratios* físicos, das imagens das mãos digitalizadas e as médias obtidas entre estes dois *ratios*).

Tal como se verificou no *Estudo 1*, não se detectaram diferenças significativas do ponto de vista estatístico.

*Hipótese 2:* Existem diferenças estatisticamente significativas nas provas da BPRD: Nr, Vr, Sr, Ar e Mr, entre os sujeitos com *ratios* 2D:4D < 1 e os sujeitos com *ratios* 2D:4D ≥ 1, para a mão direita.

Tal como se verificou no *Estudo 1*, não se detectaram diferenças significativas do ponto de vista estatístico.

*Hipótese 3:* Existem diferenças estatisticamente significativas nas provas da BPRD: Nr, Vr, Sr, Ar e Mr, entre os sujeitos com *ratios* 2D:4D < 1 e os sujeitos com *ratios* 2D:4D ≥ 1, para a mão esquerda.

Tal como se verificou no *Estudo 1*, não se detectaram diferenças significativas do ponto de vista estatístico.

*Hipótese 4:* Existem diferenças estatisticamente significativas nas provas da BPRD: Nr, Vr, Sr, Ar e Mr, de acordo com o sexo dos sujeitos.

Quadro 42  
Diferença de médias (teste U de Mann-Whitney) nas Provas Ar e Mr de acordo com o género dos sujeitos

Provas da BPRD	U Mann-Whitney	P	Sexo	N	Média	d.p.
Raciocínio Abstracto	189,500	,025*	Masculino	18	45,67	10,256
			Feminino	34	52,18	8,523
Raciocínio Mecânico	130,500	,001**	Masculino	18	52,09	9,668
			Feminino	34	41,67	11,241

\* p<0,05

\*\* p<0,01

Foram encontradas diferenças significativas do ponto de vista estatístico na Prova do Raciocínio Abstracto (p < 0,05) e na Prova do Raciocínio Mecânico (p < 0,01). Nestas Provas

da BPRD as raparigas pontuaram sempre mais alto que os rapazes. Nas outras provas verificou-se a mesma tendência sem contudo as diferenças serem estatisticamente significativas.

Foram também testadas as relações ( $r$  de Pearson) entre as Provas da BPRD e os *ratios* estudados, não se tendo verificado qualquer ligação entre as variáveis.

## VI.

### Discussão dos Resultados e Conclusão

Tal como foi afirmado na nota de apresentação, além de excêntrico (em relação ao paradigma dominante da actual Psicologia científica), este estudo pode ser caracterizado como *modesto*, a vários níveis: nas suas ambições, nos seus objectivos, na sua metodologia, nos resultados alcançados.

A modéstia dos resultados obtidos, porém, não deve ser confundida com o facto de tais resultados poderem ser «positivos» ou «significativos», no sentido estatístico do termo; ou, pelo contrário, serem «negativos», no sentido de não confirmarem eventuais hipóteses (de *entendimento*) sugeridas pela literatura, nem estatisticamente significativos. Tal como se referiu anteriormente, o máximo que a metodologia descritiva pode ambicionar, neste âmbito, é, literalmente *descrever*; um acontecimento, uma situação, um comportamento ou agregado de comportamentos (etc.), sem procurar, sequer, estabelecer relações causais; o que, por vezes, regista Babbie (2001), pode conduzir alguns investigadores que a utilizaram a um certo descontentamento.

Não é o caso aqui. A revisão da literatura não deixa margem para ilusões quanto à complexidade de se estudar os possíveis efeitos dos esteróides sexuais peri-natais sobre o desenvolvimento cerebral, seja qual for a abordagem adoptada, sejam quais forem os meios (por exemplo tecnológicos) empregues; um tema no qual persistem, além disso, não obstante os melhores esforços empreendidos nos últimos anos, muitas dúvidas, muitas questões por responder, muitos resultados inconsistentes ou contraditórios. A prudência e a modéstia orientaram por conseguinte este estudo, desde a definição dos seus objectivos até ao momento de interpretar os resultados; tanto mais quanto o facto de a utilização do *ratio* 2D:4D ser uma forma indirecta, um recurso, para estudar os referidos efeitos; uma forma possível, mas necessariamente imperfeita e sujeita a várias cauções.

Além disso, o conhecimento de uma negativa, da inexistência de relações, não deixa por isso mesmo de ser conhecimento, por muito que também possa gerar algum descontentamento

no investigador, que poderia efectivamente ter sonhado com a descoberta de algum tipo de relações entre os fenómenos que estudou.

Feita esta brevíssima reflexão, e tendo presente os objectivos gerais e específicos deste estudo, começar-se-á por destacar que sendo o *ratio* 2D:4D uma característica sexualmente dimórfica (pelo menos na espécie humana), por um lado, e um putativo biomarcador dos possíveis efeitos organizacionais no cérebro da exposição a testosterona fetal, por outro lado, uma das prioridades de ambos os estudos foi, por assim dizer, estudá-lo, nessa dupla vertente. Mais especificamente, não obstante os objectivos distintos cada um, ambos os estudos tinham a finalidade de avaliar a existência de eventuais diferenças no *ratio* 2D:4D entre os sexos, entre as duas mãos e entre as duas formas utilizadas para o medir (medição directa e medição através de imagens digitalizadas impressas), pretendendo-se sobretudo nesta última dimensão averiguar a sua adequabilidade a futuros estudos nesta matéria, enquanto metodologia indirecta de investigação.

Relativamente às diferenças sexuais, Manning defende desde o artigo inicial de 1998 ser o *ratio* 2D:4D uma característica anatómica sexualmente dimórfica, decorrente da tendência masculina para um segundo dedo mais pequeno, enquanto que as mulheres terão ambos os dedos aproximadamente iguais (ou mesmo o segundo dedo um pouco maior do que o quarto) quanto ao comprimento. Esta proposição, como se viu, é relativamente consensual, conquanto se trate somente de uma tendência, podendo haver considerável sobreposição entre os resultados de ambos os sexos e variabilidades étnicas; mas não invalidando o facto de que, dos possíveis *ratios* humanos sexualmente dimórficos, este (também observável em outros pares de dígitos, das mãos e dos pés) se distingue como sendo o mais dimórfico.

Foi também essa a *tendência* observada aqui, devendo sublinhar-se que nenhuma das diferenças obtidas se pode considerar estatisticamente significativa: em ambos os estudos, as raparigas revelaram *ratios* 2D:4D mais elevados no que diz respeito à mão direita; quanto à mão esquerda, isso apenas se registou no *Estudo 2* — ou seja, no *Estudo 1* foi o sexo masculino que apresentou, *ratios* mais elevados.

Esta diferença observada entre as duas mãos, sendo ligeira (sem significado estatístico), não deixa de ser digna de nota, porquanto, como se viu na revisão da literatura, existe heterogeneidade relativamente à lateralidade dominante do *ratio* 2D:4D: há resultados apurados que são mais consistentes quer para a mão direita, quer para a mão esquerda, quer ainda para am-

bas as mãos, havendo mesmo estudos marcados pela ausência de um padrão aparente (Putz *et al.*, 2004). Ainda assim, os resultados mais frequentemente encontrados mostram que o dimorfismo sexual do *ratio* 2D:4D é mais evidenciado na mão direita (Bailey & Hurd, 2005; Manning *et al.*, 1998; McFadden & Shubel, 2002; Williams *et al.*, 2000; Weis *et al.*, 2007), que foi o que se observou neste estudo. Dito por outras palavras, o *ratio* 2D:4D tende a ser expresso de forma mais «masculina» no lado direito do corpo.

Os resultados revelam efectivamente que as raparigas, em ambos os estudos, exibem os valores médios dos *ratios* direitos superiores aos valores médios dos *ratios* esquerdos; o mesmo não sucedendo contudo com os rapazes do *Estudo 2*, cujos valores médios para a mão direita são superiores aos valores médios encontrados para a mão esquerda; sendo porém necessário relativizar os dados obtidos, sublinhando uma vez mais (entre outros factos) que nenhuma das diferenças apuradas se pode considerar estatisticamente significativa.

Mais importantes, em termos propedêuticos para futuras investigações, são os resultados apurados quanto aos métodos utilizados. A literatura, como se viu, revela que as duas técnicas mais utilizadas são a medição directa das mãos (dita «*ratio* físico») e a medição indirecta através de imagens das mãos digitalizadas (ou fotocopiadas); razão que motivou a escolha de ambas, em ambos os estudos, também com a finalidade de as confrontar.

Os resultados obtidos vão ao encontro da tendência geral observada: as médias obtidas através das medições directas tendem a ser mais elevadas do que as médias apuradas através de imagens digitalizadas. Mais concretamente, verificou-se em ambos os estudos que os *ratios* físicos são mais elevados do que os *ratios* obtidos indirectamente, através de imagens das mãos digitalizadas impressas; o que sucedeu tanto para a mão direita como para a mão esquerda, tanto na amostra geral, como na amostra das raparigas e na amostra dos rapazes.

Quanto aos objectivos específicos de cada estudo, recordando que o *Estudo 1* teve a intenção de analisar a possível existência de diferenças nos resultados da WISC-III entre os sujeitos com um *ratio* 2D:4D < 1 e os sujeitos com um *ratio* 2D:4D ≥ 1, na mão direita, na mão esquerda e entre os sexos. (Note-se que a análise deste último objectivo vai também ao encontro do objectivo de analisar a influência dos níveis de testosterona sobre o desempenho cognitivo, uma vez que, normalmente, os homens tendem a exibir níveis de testosterona mais elevados.) Em relação aos dois primeiros pontos, verificou-se não existirem diferenças estatisticamente significativas no QIec (nem no QI<sub>r</sub> e QI<sub>v</sub>, assim como nos índices CV, OP e VP), entre os sujeitos com *ratios* 2D:4D < 1 e os sujeitos com *ratios* 2D:4D ≥ 1, quer na mão

direita, quer na mão esquerda. Também entre sexos não foram obtidas diferenças estatisticamente significativas a este nível, resultados que vão ao encontro dos resultados obtidos no estudo de Fernandez Seara e Navarro, da década de 1980, ao qual Pueyo (1998) faz referência, como se viu na revisão da literatura, em que se propuseram a analisar as diferenças básicas no funcionamento cognitivo devidas à variável sexo, nas sub-escalas verbal e de realização das *Escalas de Inteligência de Wechsler* (WAIS e WISC), tendo-se verificado que em relação ao QI global, Verbal e de Realização não surgiram diferenças estatisticamente significativas entre os sexos. Nenhum destes resultados é surpreendente, uma vez que, como é sabido, as *Escalas de Inteligência de Wechsler* são construídas (e aferidas) de forma a que qualquer questão que tenda a ser respondida diferentemente, por homens e mulheres, seja retirada ou equilibrada com uma outra questão que favoreça o outro sexo<sup>81</sup> (Halpern, 1997). Ainda segundo Pueyo (1998), o próprio Wechsler reconheceu que em relação à inteligência global, as diferenças sexuais são imperceptíveis, pelo menos o suficiente, para não existir a necessidade de fazer normas separadas para homens e mulheres.

Mesmo tendo presente tal característica e natureza dos testes de inteligência, a investigação tem tentado buscar diferenças entre sexos; ou seja, entre os diferentes níveis de hormonas sexuais, nas aptidões primárias ou específicas. De facto, embora os testes de inteligência sejam construídos para que não existam diferenças sexuais na inteligência global, os mesmos acabam por diferir no padrão das capacidades intelectuais para ambos os sexos, já que são compostos de várias subpontuações, cada uma reflectindo um componente cognitivo separado. Algumas destas subpontuações, inclusivamente da própria WISC, revelam frequentemente algumas diferenças sexuais, eventualmente entre os níveis de testosterona (Halpern, 1997). A título de exemplo, no já referido estudo de Seara e Navarro, verificou-se existirem diferenças significativas, entre homens e mulheres, em quatro subtestes. (Em dois deles, *Vocabulário* e *Semelhanças*, foi o grupo de mulheres que obteve pontuações mais elevadas, mas nos subtestes *Chaves numéricas* e *Aritmética* foram os homens que obtiveram melhores resultados.)

Ainda a respeito do tema, Pueyo (1998) assinala um outro estudo, também da década de 1980, com a WISC-R, aplicada a cerca de 1.000 raparigas e 1.000 rapazes da população em geral, no qual se revelaram as raparigas como «confiantemente superiores» aos rapazes no factor verbal, com o reverso verificado no factor de realização. Tais resultados, pode-se afirmar, são típicos de muitos estudos que têm investigado a influência das hormonas sexuais sobre as capacidades cognitivas específicas e que, em termos genéricos, têm sugerido que

---

<sup>81</sup> A este fenómeno, as meticolosidades com que são construídos os testes de inteligência global, Anastasia apelida de equilíbrio «artificial» (Pueyo, 1998).

níveis mais elevados de testosterona tendem a conduzir a um raciocínio espacial mais desenvolvido; e que níveis de testosterona mais reduzidos conduzirão a um raciocínio verbal mais desenvolvido. Ideia suportada por Henninger e Hafetz (2005), por exemplo, numa revisão de estudos homólogos nos quais, *grosso modo*, homens exibindo uma aparência mais «masculina» (indicando níveis mais elevados de testosterona) tendiam a obter pontuações mais elevadas nas subprovas *Wechsler's Block Design*, *Assembly Object* e *Figures Incorporated* (tarefas espaciais); ou ainda que revelou que mulheres saudáveis, mas com um corpo tipicamente mais masculino (indicando uma vez mais níveis mais elevados de testosterona), tendiam a obter pontuações espaciais mais elevadas (*Wechsler's Block Design* e *Primary Mental Abilities-PMA – Space factor*), embora a fluência verbal (*PMA flow of words*) não se tenha revelado afectada. Por seu lado, homens, com um corpo tipicamente mais «feminino» (indicando por conseguinte níveis menos elevados de testosterona), obtinham pontuações mais baixas nas capacidades espaciais e mais altas na provas de fluência verbal.

Foi um pouco neste sentido que se optou por estender a investigação inicialmente prevista ao *Estudo 2* (realizado com a BPRD), precisamente para analisar se existiriam diferenças nas capacidades cognitivas diferenciais (numérica, verbal, espacial, abstracta e mecânica), de novo entre os sujeitos separados pela categoria do *ratio* 2D:4D ( $< 1$  versus  $\geq 1$ ), igualmente na mão direita, na mão esquerda e entre os sexos. E de novo não se verificaram diferenças estatisticamente significativas, entre qualquer uma das capacidades cognitivas diferenciais avaliadas pelas provas da BPRD, nos dois primeiros casos, embora se tenham obtido diferenças, estatisticamente significativas, entre sexos, nas provas Ar e Mr, com as raparigas a pontuarem mais alto; notando-se de passagem que em todas as provas se verifica uma tendência para as raparigas superarem os rapazes. Pelo contrário, as relações testadas (através do *r* de Pearson) entre as três categorias de *ratios* e escalas da WISC-III e as Provas da BPRD, não revelaram qualquer ligação.

Como é possível constatar, alguns dos resultados obtidos nos dois estudos não vão ao encontro de muitos dos resultados referidos na literatura. É possível que algumas condições utilizadas nos estudos possam ter contribuído para tais resultados, em especial porque dada a natureza exploratória e descritiva deste trabalho, nenhuma das amostras é (ou pretende ser) representativa da população em geral. Os participantes do *Estudo 1* eram sujeitos «sinalizados» pelos professores, ou directores de turma, com dificuldades de aprendizagem, com problemas familiares e/ou com problemas de comportamento, muitas vezes associados a carências de nível sócio-económica; eventualmente com condições adversas a nível do desen-

volvimento emocional. Por seu lado, os participantes no *Estudo 2*, apesar de terem constituído uma *coorte* mais homogénea (alunos do 9.º ano, da mesma escola, residentes no mesmo concelho, que foram submetidos ao programa de orientação escolar e profissional), não deu em si mesmo mais garantias de não ter conduzido a resultados enviesados, visto que um tal método de selecção<sup>82</sup>, não probabilístico, produz menos precisão e significância; é curioso observar, a esse respeito, que as raparigas que participaram em ambos os estudos, não exibirem *ratios* 2D:4D tipicamente femininos.

O facto de não se ter utilizado um método probabilístico de amostragem, embora não fosse esse o objectivo do estudo, pode não obstante ter contribuído, e certamente que contribuiu, para que eventuais variáveis estranhas, tais como as características intrínsecas dos sujeitos, não tivessem sido controladas. De igual modo, a ausência de correlações significativas previstas entre as «variáveis», pode ter sido devida, além da falta de representatividade dos participantes, como ao tamanho reduzido dos grupos estudados (37 e 52, respectivamente). É bem sabido que quanto mais reduzido for o número de participantes, maior será a tendência para produzir estimativas menos precisas. É no entanto de notar que, apesar de o número de participantes no *Estudo 1* ter sido menor, este revela maior consistência do que o *Estudo 2* (boa/razoável), talvez por ser mais heterogénea (as raparigas revelaram uma média de idade superior, assim como os anos de escolaridades e encontram-se em menor número); de facto, em ambos os casos, o total de sujeitos pode não ter sido suficientemente grande para incluir raparigas com *ratios* tipicamente femininos e sobretudo para incluir sujeitos esquerdistas e ambidestros nas proporções esperadas. (No *Estudo 1*, havia um único participante, do sexo masculino, esquerdisto, por exemplo.)

No que diz respeito aos instrumentos utilizados, deve salientar-se que as medições directas podem ter conduzido a alguns enviesamentos no cálculo do *ratio* 2D:4D físico: sendo o paquímetro um objecto pontiagudo, algumas crianças manifestaram algum receio perante o objecto, esticando demasiado a mão, movimentando-as ou afastando-as. Pelo contrário, nas medições indirectas, através de imagens das mãos digitalizadas, notou-se uma colaboração sem entraves, considerando as crianças a sua participação como uma experiência lúdica. Apesar de as medições dos dedos não terem sido efectuadas no momento das aplicações no caso da WISC-III (na BPRD, o momento coincidiu), salienta-se que neste aspecto não se deve

---

<sup>82</sup> A este processo de selecção, trabalho com grupos pré-existentes que não se formaram de forma aleatória, Kerlinger (1971) chama de auto-selecção.

registar nenhum problema, uma vez que grande parte da literatura mostra que a determinação do *ratio* 2D:4D é estabelecido muito precocemente.

Enfim, não obstante os resultados obtidos (como se viu) não serem coincidentes com as tendências encontradas na literatura, o que poderá sobretudo ter tido a ver com a natureza do estudo (e era esperado), não é possível afirmar que a utilização do *ratio* 2D:4D como putativo biomarcador da testosterona fetal não deva ser mantida em investigações futuras.

Pelo contrário. Além de outros estudos, efectuados com metodologias mais poderosas terem vindo a mostrar o interesse deste «instrumento» em vários campos ou áreas de interesse (numa lista não exaustiva, e resumindo muito superficialmente as tendências referidas na literatura: no diagnóstico de perturbações do desenvolvimento, em especial Autismo, síndrome de Asperger, Perturbação de Hiperactividade e Défice de Atenção e dislexia; igualmente nas dificuldades de aprendizagem, de um modo geral; e ainda na orientação vocacional e profissional). Com efeito, o *ratio* 2D:4D é um método que permite diagnósticos rápidos, é fácil de aplicar, pouco moroso e não-invasivo. Além disso a utilização deste indicador biofisiológico parece permitir objectividade e fiabilidade suficientes na sua aplicação.

No que diz respeito ao estudo da inteligência global e capacidades cognitivas diferenciadas, seria interessante em estudos futuros analisar a relação entre o *ratio* 2D:4D e os subtestes da WISC-III, de modo a obter uma grelha de observação mais fina; estudos que naturalmente deverão utilizar amostras maiores e representativas, de forma a minimizar eventuais erros de amostragem. Para finalizar, inversamente a uma recomendação de Manning, que defende dever evitar-se o uso de fotocópias (ou digitalizações), deverá ser evitado em crianças o uso das medições directas (físicas) através do paquímetro, dadas as razões atrás apontadas

## BIBLIOGRAFIA

- Alferes, V. R. (1997). *Investigação Científica em Psicologia: Teoria & Prática*. Coimbra: Almedina.
- 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.
- 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 (3), 365-70.
- Almeida, L.S. (1992). *Bateria de Provas de Raciocínio Diferencial (BPRD). Manual*. Braga.
- Arató, M., Frecska, E., Beck, C., An, M. & Kiss, H. (2004). Digit length pattern in schizophrenia suggests disturbed prenatal hemispheric lateralization. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 28, 191-194.
- Austin, E.J.; Manning, J. T., McInroy, K. & Mathews, E. (2002). A preliminary investigation of the associations between personality, cognitive ability and digit ratio. *Personality and Individual Difference*, 33, 1115-1124.
- Babbie, E. (2001). *The practice of social research* (4th ed.). Belmont: Wadsworth/Thomson Learning.
- Baley, A. A. & Hurd, P.L. (2005). Finger length ratio (2D:4D) correlates with physical aggression in men but not in women. *Biological Psychology*, 68, 215-222.
- Bang A. K., Carlsen, E., Holm, M., Petersen, J.H., Skakkebaek, N.E. & Jørgensen, N. (2005). A study of finger lengths, semen quality and sex hormones in 360 young men from the general Danish population. *Human Reproduction*, 20 (11), 3109-3113.
- Benderlioglu, Z. & Nelson, R.J. (2004). Digit length ratios predict reactive aggression in women, but not in men. *Hormones and Behavior*, 46, 558-564.
- Brookes, H., Neave, N., Hamilton, C. & Fink, B. (2007). Digit Ratio (2D:4D) and Lateralization for Basic Numerical Quantification. *Journal of Individual Differences*, 28 (2), 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.
- Brown, D. & Brooks, L. (1990). *Career Counseling Techniques*. Boston: Allyn and Bacon.
- Brown, W. M., Hines, M., Fane, B. A. & Breedlove, M. S. (2002). Masculinized Finger Length Patterns in Human Males and Females with Congenital Adrenal Hyperplasia. *Hormones and Behavior*, 42 (4), 80-386.
- 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.
- Burris, R. P., Little, A. C. & Nelson, E. C. (2007). 2D:4D and Sexually Dismorphic Facial Characteristic. *Archives of Sexual Behavior*, 36, 251-260.
- Burton, L., Henninger, D. & Hafetz, J. (2005). Gender Differences in Relations of Mental Rotation, Verbal Fluency, and SAT Scores to Length Ratios as Hormonal Indexes. *Developmental neuropsychology*, 28 (1), 493-505.
- Carmo, H. & Ferreira, M. M. (1998). *Metodologia da investigação: guia para auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta
- Caswell, N. & Manning, J. (2009). A Comparison of Finger 2D:4D by Self-Report Direct Measurement and Experimenter Measurement from Photocopy: Methodological Issues. *Archives of Sexual Behavior*, 38 (1), 143-8.
- 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. (2008). 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, 179-183.
- Cornish, K.M. (1996). The Geschwind and Galaburda theory of cerebral lateralisation: An empirical evaluation of its assumptions. *Current Psychology*, 15 (1), 68.
- Csathó, Á., Osváth, A., Karádia, K., Bicsák, 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, Á., Osváth, A., Bicsák, E., Karádi, K., Manning, J. & Kállai, J. (2003b), Sex role iden-

- tity related to the ratio of second to fourth digit length in women. *Biological Psychology*, 62, 147-156.
- Damasio, A. & Galaburda, A.M. (1985). Norman Geschwind: Obituary. *Archives of Neurology*, 42, 500-504.
- Devinsky, O. (2009). Norman Geschwind: Influence on his career and comments on his course on the neurology of behavior. *Epilepsy & Behavior*, 15 (4), 413-416.
- Dreiss, A. N., Navarro, C., Lope, F., & Møller, A.P. (2008). Digit ratios, secondary sexual characters and condition in barn swallows *Hirundo rústica*. *Behavioral Ecology*, 16-21.
- Fink, B., Brookes, H., Neave, N.; Manning, J. & Geary, D. C (2006). Second to fourth digit ratio and numerical competence in children. *Brain and Cognition*, 61, 211-218.
- 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 of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272, 1995-2001.
- Fink, B. & Manning, J. (2007). The 2nd to 4th digit ratio and developmental psychopathology in school-aged children. *Personality and Individual Differences*, 42 (2), 369-379.
- Fink, B., Manning, J. & Neave, N. (2004a). Second to fourth digit ratio and the “big five” personality factors. *Personality and Individual Differences*, 37, 495-503.
- Fink, B; Manning, J.T., Neave, N. & Grammer, K. (2004b). Second to fourth digit ratio and facial asymmetry. *Evolution and Human Behavior*, 25, 125-132.
- Fink, B.; Neave, N. & Tan, U. (2004). Second to fourth digit ratio and skill in Austrian children. *Biological Psychology*, 67, 375- 384.
- Firman, R.C., Simmons, L.W., Cummins, J., & Matson, P.L. (2003). Are body fluctuating asymmetry and the ratio of 2nd to 4th digit length reliable predictors of semen quality? *Human Reproduction*, 18 (4), 808-812.
- Flegr, J., Lindová J., Pivoňková, V. & Havlíček, J. (2008). Brief Communication: Latent Toxoplasmosis and Salivary Testosterone Concentration—Important Confounding Factors in Second to Fourth Digit Ratio Studies. *American Journal of Physical Anthropology*, 137 (4), 479-484.
- Garret, B. (2009). *Brain & Behavior: an introduction to biological Psychology*. Los Angeles: SAGE.
- Gelder, M., Tijms, J., Hoeks, J. & Manning, J. T. (2005). Secound to fourth digit ratio and dyslexia: no evidence for association between reading disabilites and 2D:4D/“Manning replies”. *Medicine and Child Neurology*, 47, 718-720.
- 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.
- Gillam, L., McDonald, R., Ebling, F. J. P. & Mayhew, T. M. (2008). Human 2D (index) and 4D (ring) finger lengths and ratios: cross-sectional data on linear growth patterns, sexual dimorphism and lateral asymmetry from 4 to 60 year of age. *Journal of Anatomy*, 213 (3) pp. 325-335.
- Gobrogg, K.L., Breedlove, M. S. & Klump, L. (2008). Genetic and Environmental influences on 2D:4D finger length ratios: a study of monozygosity and dizygotic male and female twin. *Archives of Sexual Behavior*, 37, 112-118.
- Golombok, S. & Fivush, R. (1994). Prenatal influences. In *Gender Development* (pp. 38-53). Cambridge: Cambridge University Press.
- 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, 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.
- 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.
- Helle, S. (2010). Does Second-to-Fourth Digit Length Ratio (2D:4D) Predict Age at Menarche in Women? *American Journal of Human Biology*, 1-3.
- Helle, S. & Laaksonen, T. (2009). Latitudinal Gradient in 2D:4D. *Archives of Sexual Behavior*, 38, 1-3.
- Henninifer, 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.
- Hönekoppa, J., Bartholdta, L., Beierb, 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, 313-321.
- Hurd, P.L., Bailey, A.A., Gongal, P.A., Yan, R.H., Greer, J.J. & Pagliardini S. (2008). Intra-

- uterine Position Effects on Anogenital Distance and Digit Ratio in Male and Female Mice. *Archives of Sexual Behavior*, 37, 9-18.
- Hurd, P. L. & van Anders, S.M (2007). Latitude, Digit Ratios, and Allen's and Bergmann's Rules: A Comment on Loehlin, McFadden, Medland, and Martin (2006). *Archives of Sexual Behavior*, 36, 139-141.
- 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.
- Kempe, V. (2009). Child-directed speech prosody in adolescents: Relationship to 2D:4D, empathy, and attitudes towards children. *Personality and Individual Differences*, 47, 610-615.
- Kempel, P., Gohlke, B., Klempau, J., Zinsberger, P., Reuter, M. & Hennig, J. (2005). Second-to-fourth digit length, testosterone and spatial ability. *Intelligence*, 33 (3), 215-230.
- Kemper, C.J. & Schwerdtfeger, A. (2009). Comparing Indirect Methods of Digit Ratio (2D:4D) Measurement. *American Journal of Biology*, 21, 188-191.
- Kerlinger, F. (1971). *Foundations of behavioral*. Orlando: Harcourt Brace College publishers.
- Knickmeyer, R. & Baron-Cohen, S. (2006a). Fetal testosterone and sex differences. *Early Human Development*, 82 (12), 755-60.
- Knickmeyer, R. & Baron-Cohen, S. (2006b). Fetal Testosterone and Sex Differences in Typical Social Development and in Autism. *Journal of Child Neurology*, 21 (10), 825-845.
- Knickmeyer, R., Baron-Cohen, S., Raggatt, P., Taylorm K., & Hackett, G. (2006). Fetal testosterone and empathy. *Hormones and Behavior*, 49 (3), 282-292.
- Koehler, N., Simmons, L.W. & Rhodes, G. (2004). How well does second-to- fourth-digit ratio in hands correlate with other indications of masculinity in males?. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, S296.
- Kraemer, B., Noll, T., Delsignore, A. & Milos, G. (2009). Finger Length Ratio (2D:4D) in Adults with Gender Identity Disorder. *Archives of Sexual Behavior*, 38 (3), 359-63.
- Kratochvil, L. & Flegr, J. (2009). Differences in the 2nd to 4th digit length ratio in humans reflect shifts along the common allometric line. *Biology Letters*, 5 (5), 643-646.
- Krommydas, G., Gourgoulianis, K.I., Andreou, G., Kotrotsiou, E., Raftopoulos, V., Paralikas, Th., Molyvdas, P.A. (2004). Fetal sensitivity to testosterone, left-handedness and development of bronchial asthma: a new approach. *Medical Hypotheses*, 62 (1), 143-145.
- Lindova, J., Hruskova, M., Pivonková, V., Kubena, A. & Flegr, J. (2008). Digit ratio (2D:4D)

- and Catell'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.
- Loehlin J. C., McFadden D., Medland S. E. & Martin N. G. (2006). Population Differences in Finger length ratios: Ethnicity or latitude? *Archives of Sexual Behavior*, 35 (6), 739-742.
- Loehlin, J. C., McFadden, D., Medland, S. E. & Martin, N. G. (2007). Height and 2D:4D Within and Between Ethnic Groups: Reply to Hurd and van Anders (2007). *Archives of Sexual Behavior*, 143.
- 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 (5), 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.
- Manning, J.T., Scutt, D., Wilson, J., 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 (11), 3000-3004.
- 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. (2002a). 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. (2002b). *Digit Ratio. A Pointer to Fertility, Behavior, and Health*. New Brunswick, New Jersey and London: Rutgers University Press.
- 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 (6), 399-405.
- 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., 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., 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. (2008). Digit Ratio (2D:4D), Dominance, Reproductive Success, Asymmetry, and Sociosexuality in the BBC Internet Study. *American Journal of Biology*, 20 (4), 451-461.
- Manning, J.T & Leinster, S.J. (2001). re: The ratio of 2nd to 4th digit length and age at presentation of breast cancer: a link with prenatal oestrogen?. *The Breast*, 10 (4), 355-357.
- Manning, J.T. & Peters, M. (2009). Digit ratio (2D:4D) and hand preference for writing in the BBC Internet Study. *Laterality*, 14 (5), 528-40.
- 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; Trivers, R. L.; Thornhill, R. & Singh, D. (2000). The 2nd:4th digit ratio and asymmetry of hand performance in Jamaican children. *Laterality*, 5 (2) 121-132.
- Maroco J. & Bispo. R. (2005) *Estatística aplicada às ciências sociais e humanas (2.ª ed.)*. Lisboa: Climepsi Editoras.
- Martin, J.T., Manning, J.T. & Dowrick (1999). Fluctuating Asymmetry, Relative Digit Length, and Depression in Men. *Evolution and Human Behavior*, 20, 203-214.
- Martin, J.T., Puts, D.A. & Breedlove, M.C. (2008). Hand Asymmetry in Heterosexual and Homosexual Men and Women: Relationship to 2D:4D Digit Ratios and Other Sexually Dimorphic Anatomical Traits. *Arch Sex Behav*, 37, 119-132.
- Mayhew, T.M., Gillam, L., McDonald, R. & Ebling, F.J.P. (2007). Human 2D (index) and 4D (ring) digit lengths: their variation and relationships during the menstrual cycle. *Journal Anatomy*, 211, 630-638.
- Mealey, L. (2000). Sexual Differentiation. *In Developmental and Evolutionary Strategies*, (pp.11-37). San Diego: Academic press.
- McFadden, D. & Shubel, R. (2002). Relative Lengths of Fingers and Toes in Human Males and Females. *Hormones and Behavior*, 42, 492-500.
- 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., Halbwax, 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 an-

- drogens. *Journal of Human Evolution*, 56 (4), 361-365.
- Medland, S.E. & Loehlin, J.C (2008). Multivariate Genetic Analyses of the 2D:4D Ratio: Examining the Effects of Hand and Measurement Technique in Data from 757 Twin Families. *Twin Research and Human Genetic*, 11 (3), 335-341.
- Millet, K. & Dewitte, S. (2006). Second to fourth digit ratio and cooperative behavior. *Biological Psychology*, 71, 111-115.
- Nelson, E. & Voracek, M. (2009). Heritability of digit ratio (2D:4D) in rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Primates*, 1825.
- Nelson, E. & Shultz, S. (2009). Finger Length Ratios (2D:4D) in Anthropoids Implicate Reduced Prenatal Androgens in Social Bonding. *American Journal of Physical anthropology*.
- Obrzut, J.E. (1994). The Geschwind-Behan-Galaburda theory of cerebral lateralization: thesis, antithesis, and synthesis? *Brain and Cognition*, 26 (2), 267-74.
- Ökten, A., Kalyoncu, M. & Yarıßs, N. (2002). The ratio of second- and fourth-digit lengths and congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Early Human Development*, 70 (1-2), 47-54.
- Paul, S.N., Kato, B.S., Cherkas L. F., Andrew, T. & Spector, T.D. (2006). Heritability of the Second to Fourth Digit Ratio (2d:4d): A Twin Study. *Twin Research and Human Genetics*, 9 (2), 215-219.
- Pereira, M. A. M. (1998). *Crianças sobredotadas: estudos de caracterização*. Dissertação de Doutorado em Psicologia, especialização em Defectologia e Reabilitação apresentada à Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra
- Peters, M., Manning, M. & Reimers, S. (2007). The effects of sex, sexual orientation and digito ratio (2D:4D) on mental Rotation Performance. *Archives of Sexual Behavior*, 36, 251-260.
- Pinto, A.C. (1990). *Metodologia da investigação psicológica*. Edições Jornal de Psicologia. Porto.
- Polit, D. & Hungler, B. (1994). *Investigation em ciências de la salud (Cuarta edición)*. México D.F.: Interamericana/McGraw-Hill.
- Popper, K. (1958). Regresso aos pré-socráticos. In Popper, K.: *Conjecturas e refutações. O desenvolvimento do conhecimento científico*. Coimbra: Livraria Almedina (*Studium*), 2003, 580 p.
- Popper, K. (1960). Acerca das fontes do conhecimento e da ignorância. In Popper, K.: *Conjecturas e refutações. O desenvolvimento do conhecimento científico*. Coimbra: Livraria Almedina (*Studium*), 2003, 580 p.

- Pueyo, A. A. (1998). *Manual de Psicologia Diferencial*. Madrid: McGrawHill.
- 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, 82-199.
- Puts, D. A. & McDaniel, M.A. (2007). Spatial Ability and Prenatal Androgens: Meta-Analyses of Congenital Adrenal Hyperplasia and Digit Ratio (2D:4D) Studies. *Archives of Sexual Behavior*, 37, 100-111.
- Rahman, Q. (2005). Fluctuating asymmetry, second to fourth finger length ratios and human sexual orientation. *Psychoneuroendocrinology*, 30, 382-391.
- Ribeiro, J. L. P. (2007). *Metodologia de investigação em psicologia e saúde*. Lisboa?: Legis Editora.
- Robinson, B. F. (2002). *Understanding statistics in behavioral sciences*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum associates.
- Romano, M., Leoni, B. & Saino, N. (2006). Examination marks of male university students positively correlate with finger length ratios (2D:4D). *Biological Psychology*, 71, 175-182.
- Rosental, R. & Rosnow, R. (1991). *Essentials of behavioral research: methods and data analysis*. Nova Iorque *et al.*: McGraw-Hill.
- Saino, N., Leoni, B. & Romano, M. (2006). Human digit ratios depend on birth order and sex of older siblings and predict maternal fecundity. *Behav Ecol Sociobiol*, 60, 34-45.
- Sanders, G., Sjodin, M. & Chastelaine, M. (2002). On the elusive nature of sex differences in cognition: hormonal influences contributing to within-sex variation. *Archives of Sexual Behavior*, *Archives of Sexual Behavior*, 31, 145-152.
- 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.
- 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.
- Simões, M.R., Seabra-Santos, M.J., Albuquerque, C.P., Pereira, M.M., Almeida, L.S, Lopes, A. F.; Gomes, A. A., Xavier, R.E., Rodrigues, F., Lança, C., Barros, J., San Juan, L., Oliveira, E. (2003), Escala de Inteligência de Wechsler para Crianças – Terceira edição (W.I.S.C.-III) In Gonçalves, M., Simões, M., Almeida, L. S., & Machado, C. (Coords.), *Avaliação Psicológica. Instrumentos Validados para a População Portuguesa. Vol. I* (pp. 221-252) Coimbra: Quarteto.

- Stevenson, J.C., Everson, P.M., Williams D.C., Hipskind, G., Grimes, M. & Mahoney, E.R. (2007). Attention Deficit/Hiperactivity Disorder (ADHD) Symptoms and Digit Ratios in a College Sample. *American Journal of Human Biology*, 19, 41-50.
- Swanson, J. & Gore, P. (2000). *Advances in Vocational Psychology* (3rd ed.) New York: John Willey & Sons, Inc.
- Talarovičová, A, Kršková, L. & Blažekova, 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), 235-9.
- 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.
- Troche, S. T., Weber, N.; Hennigs, K., Andresen, C. & Rammsayer, T. H. (2007). The Relationship of Digit Ratio (2D:4D) and Gender-Role Orientation in Four National Samples. *Journal of Individual Differences*, 28 (2), 78-87.
- Urbano, P. (2007). *Da história e epistemologia da Psicologia*. Dissertação de Doutorado em Psicologia, especialização em História e Teoria da Psicologia, apresentada à Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra.
- 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 Anders, S.M., Vernonb, P.A., & Wilbur, C. J. (2006). Finger-length ratios show evidence of prenatal. hormone-transfer between opposite-sex twins. *Hormones and Behavior*, 49, 315-319.
- van Dongen, S. (2009). A critical re-evaluation of the association between 2D:4D ratios and fluctuating asymmetry in humans. *Annals of Human Biology*, 36 (2) pp. 186-98.
- Voracek, M. (2009). Why digit ratio (2D:4D) is inappropriate for sex determination in medicolegal investigations. *Forensic science international*, 1.185 (1-3), e29-30.
- Voracek, M., Bagdonas, A. & Dressler, S. G. (2007). Digit Ratio (2D:4D) in Lithuania Once and Now: Testing for Sex Differences, Relations with Eye and Hair Color, and a Possible Secular Change. *Coll. Antropol*, 31, 863-868.
- 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 (2007). *Psychological Reports*, 100, 115-126.

- Voracek, M., Manning, J. & Dressler, S. G. (2007a). Repeatability and Interobserver Error of Digit Ratio (2D:4D) Measurements Made by Experts. *American Journal of Human Biology*, 19 (1), 142-146.
- 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 (3), 899-916.
- Voracek, M. & Loibl, L.M. (2008). Scientometric analysis and bibliography of digit ratio (2D:4D) research, 1998-2008. *Psychological Reports*, 104 (3), 922-956.
- 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., 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.
- Yan, R. H., 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.
- Weinrach, S. & Srebalus, D. (1990). Holland's Theory of Careers. In D. Brown & L. Brooks (Eds.) *Career Choice and Development (2nd ed.)*. San Francisco: Jossey- Bass.
- Weis, S.E., Firker, A. & Hennig, J. (2007). Associations between the second to fourth digit ratio and career interests. *Personality and Individual Differences*, 43 (3), 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.