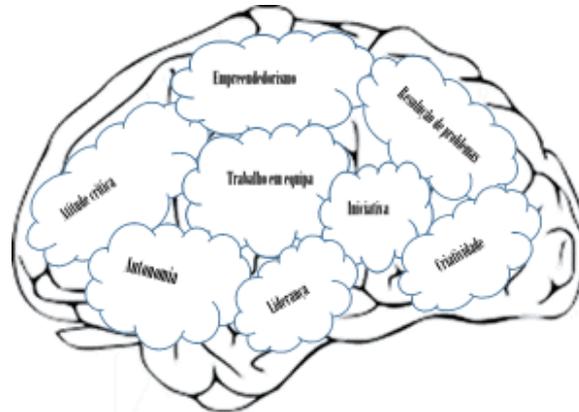


Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL)  
*Área Departamental de Engenharia Química (ADEQ)*



# **Gestão do Conhecimento:**

*Construção de um modelo de medição do*

*Capital Intelectual Humano (CIH)*

*pela Teoria de Resposta ao Item (TRI)*

**ÁLVARO A. P. BARROQUEIRO**

Trabalho Final de Mestrado

Engenharia da Qualidade e Ambiente

Orientadores:

Professora Doutora Célia Maria da Silva Fernandes (ISEL)

Professor Doutor Sílvio Manuel da Rocha Brito (IPT)

Júri:

Presidente:

Professor Doutor João Miguel Alves da Silva (ISEL)

Vogais:

Professora Doutora Sandra Aleixo (ISEL) - Arguente

Professor Doutor Sílvio Manuel da Rocha Brito (IPT) - Orientador



## ÍNDICE

### *Nota prévia*

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO</b> .....	21
<b>3. MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO</b> .....	47
<b>3.1. Recolha de dados</b> .....	49
3.1.1. Inquérito por questionário .....	49
3.1.2. Constituição da amostra .....	51
3.1.3. Dimensão da amostra .....	53
<b>3.2. Tratamento de dados</b> .....	56
3.2.1. Análise da validade .....	56
3.2.2. Análise da fiabilidade .....	58
3.2.3. Teoria de resposta ao item (TRI) .....	60
<b>4. RESULTADOS</b> .....	77
<b>4.1. Discussão dos resultados</b> .....	77
4.1.1. Recolha de dados .....	77
4.1.2. Validação do teste .....	83
4.1.3. Análise da dimensionalidade .....	88
4.1.4. Capital intelectual humano (CIH) .....	97
<b>4.2. Limitações do método</b> .....	111
<b>4.3. Propostas de trabalho futuro</b> .....	112
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	113

### *Epílogo*

### ***Bibliografia***

### ***Anexos***

Anexo I: Questionário do CIH

Anexo II: Tabelas de dados

Anexo III: Projeto DM\_AB\_Conhecimento

## ***Índice de tabelas***

Tabela 1: Tabela de objetivos e hipóteses de trabalho .....	18
Tabela 2: Dimensão da amostra (Cohen, 1988).....	55
Tabela 3: N.º de alunos finalistas por curso (ano letivo 2018-2019).....	78
Tabela 4: Número de respostas obtidas por curso. ....	79
Tabela 5: Comparação de técnicas para a determinação da dimensão da amostra.....	80
Tabela 6: Análise exploratória dos dados de partida.....	82
Tabela 7: Fiabilidade do teste.....	85
Tabela 8: Tabela de fiabilidades inter-item (item dropped). ....	86
Tabela 9: distribuição de frequências de resposta por categoria. ....	87
Tabela 10: Índices de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) para os itens.....	89
Tabela 11: Teste de esfericidade de Bartlett. ....	90
Tabela 12: Cargas do item baseadas na matriz de correlações. ....	91
Tabela 13: Interpretação de componentes pela ACP.....	92
Tabela 14: Distribuição dos inquiridos por experiência profissional.....	94
Tabela 15: Critérios de otimização do n.º de componentes a reter.....	97
Tabela 16: Análise dimensional pelos critérios AIC, AICc e BIC.....	99
Tabela 17: Estimação do parâmetro de discriminação <b>a</b> . ....	100
Tabela 18: Tabela de valores das funções de informação do item (FII). ....	103
Tabela 19: Índices de ajustamento para os modelos xgraded11 e xgraded41. ....	104
Tabela 20: análise exploratória modelo xgraded41. ....	105
Tabela 21: Estatísticas descritivas do item CH20. ....	107
Tabela 22: Classificações obtidas com erro padrão. ....	110

## ***Índice de figuras***

Figura 1: Espiral da conversão de conhecimento (Nonaka, 1994).....	25
Figura 2: Estrutura de conhecimento (adaptado de Sveiby, 1997).....	34
Figura 3: Estrutura do capital intelectual (adaptado de Edvinsson e Malone, 1997).....	35
Figura 4: Estrutura do capital intelectual (adaptado de Stewart, 1999).....	36
Figura 5: Índice de Economia e Sociedade Digital (DESI), 2018 (CE, 2018)....	41
Figura 6: Emprego de especialistas em TIC na UE entre 2011 e 2016 (CE, 2018).....	41
Figura 7: Investigadoras/es equivalente a tempo integral (INE, 2019).....	43
Figura 8: Despesa em investigação e desenvolvimento (I&D) executada pelo Estado, ensino superior e instituições privadas sem fins lucrativos (INE, 2019). .....	44
Figura 9: Proporção da despesa em investigação e desenvolvimento (I&D) no PIB (%) por Sector de execução (INE, 2019). ....	45
Figura 10: Modelo de análise. ....	47
Figura 11: Modelo de análise formativo 4 itens: 1 componente (Jarvis, Mackenzie & Podsakoff, 2003).....	63
Figura 12: Curva Característica do Item - CCI para um modelo de 3 parâmetros (adaptado de: Andrade, Tavares & Valle, 2000) .....	67
Figura 13: CCI para 3 itens (adaptado de Araújo et al., 2019).....	69
Figura 14: Curva Característica do teste - CCT (adaptado de Baker, 2001)....	70
Figura 15: Função de informação (adaptado de Barcelos, 2017) .....	72
Figura 16: Modelo de resposta graduada para 2 itens com 4 categorias de resposta (adaptado de Andrade, Tavares & Valle, 2000) .....	75
Figura 17: Função de informação do item politómico com 4 categorias (adaptado de Bortolotti et al., 2012). ....	75
Figura 18: Distribuição de idades dos inquiridos.....	81
Figura 19: Distribuição da experiência profissional em anos <sup>13</sup> . ....	81
Figura 20: Interpretação de componentes pela ACP.....	92
Figura 21: Projeção dos dados pelos CP1 e CP2.....	93
Figura 22: Projeção dos dados pelos CP2 e CP3.....	93
Figura 23: Projeção dos dados pelos CP1 e CP2, pela experiência profissional. .....	95
Figura 24: Projeção dos dados pelos CP2 e CP3, pela experiência profissional. .....	95
Figura 25: Curvas caraterísticas dos itens para o modelo xgraded11 (1 dim).102	
Figura 26: Curvas caraterísticas dos itens para o modelo xgraded41 (1 dim).106	
Figura 27: Curvas caraterística (CCT) e de informação do teste (CIT) para o modelo xgraded41 (1 dimensão). ....	107
Figura 28: Frequência de respostas do item CH20. ....	108
Figura 29: Curvas caraterística (CCI) e de informação (CII) do item CH20. ...	109
Figura 30: Curvas caraterística (CCI) e de informação (CII) do item CH11. ...	109

## ***Lista de abreviaturas, unidades, símbolos, acrónimos***

ACP: análise de componentes principais

CCI: curva característica do item

CCT: curva característica do teste

CE: capital estrutural

CH: capital humano

CI: capital intelectual

CIH: capital intelectual humano

CP: componente principal

CTT: Teoria clássica dos testes

*e.g.: exempli gratia*, por exemplo

*et al.:* e outros (autores)

FII: função de informação do item

FIT: função de informação do teste

I&D: investigação e desenvolvimento

*i.e.: id est*, isto é

IES: instituições de ensino superior

*in:* referido em

MRG: modelo de resposta graduada

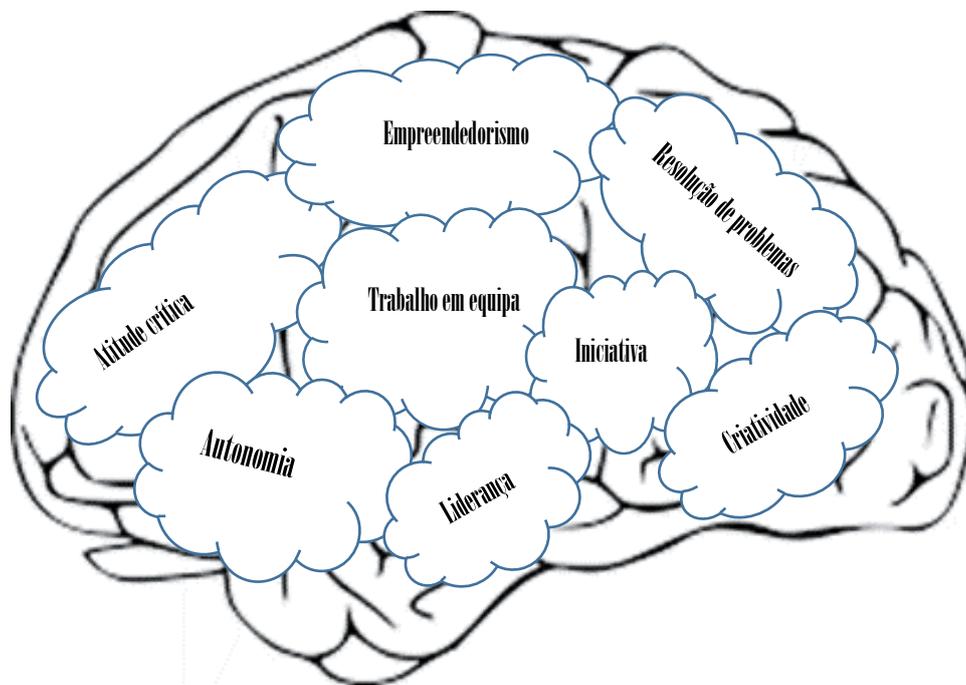
OCDE: Organização para a cooperação e desenvolvimento económico

TIC: tecnologias de informação e comunicação

TRI: Teoria de resposta ao item

UE: União Europeia

*‘Difícil não é apertar o  
parafuso,  
difícil é saber qual’*



*Agradecimentos*

*Aos meus Orientadores,  
ao Professor Eduardo Eusébio  
um agradecimento especial,  
e à minha família ☺*



## Resumo

Evoluindo desde o saber *ser* clássico e do saber *fazer* da idade média até ao saber *saber* dos dias de hoje, o conhecimento tem vindo a democratizar-se, e as empresas modernas, integradas num mercado cada vez mais competitivo e mais global, estão progressivamente a basear a sua atividade no conhecimento intensivo. Por seu lado, as faculdades continuam a desempenhar um papel fundamental, hoje mais do que nunca, na formação daqueles que virão no futuro a constituir os pilares da inovação tecnológica e do desenvolvimento industrial e económico, que são os futuros trabalhadores do conhecimento, mas também na sua qualificação para a necessária mudança de paradigma social e económico que se avizinha, que é a transição para a sociedade do conhecimento. Mas estará o ISEL a preparar bem os seus alunos para esta nova realidade? Este trabalho tem por principal objetivo a construção de um modelo de medição do capital intelectual humano (CIH), como contributo para a melhoria dos processos de gestão académica do conhecimento. A investigação empírica segue uma abordagem exploratória hipotético-dedutiva dos dados recolhidos em inquérito por questionário de Bontis, segundo a metodologia proposta por Pasquali para a elaboração de instrumentos psicológicos. Recorre-se a técnicas estatísticas descritivas e de condensação de dados para a caracterização da população em estudo e operacionalização dos dados de partida. A verificação das hipóteses de trabalho, é realizada pela teoria de resposta ao item (TRI), com a aplicação do modelo de resposta graduada (MRG) de Samejima. Face aos resultados alcançados, conclui-se que o modelo de medição do CIH testado pode ser usado como ferramenta de planeamento e monitorização dos processos de gestão do conhecimento, numa visão sistémica de excelência organizacional

Palavras-chave: gestão, conhecimento, capital intelectual humano.



## **Abstract**

*Evolving from the classic to be, passing through the Middle Ages to do to the to know, knowledge of today has become democratized. Nowadays, modern companies, integrated in an increasingly competitive and global market, are progressively basing their activity on intensive knowledge. For their part, colleges continue to play a fundamental role, today more than ever, in shaping those who, in the future, will become the pillars of technological innovation and industrial and economic development, that are the future knowledge workers, but also in their qualification to the becoming social and economic paradigm change, which is the transition to the knowledge society. But is ISEL preparing well their students for this new reality? This work has as main objective the construction of a model for measurement of human intellectual capital (HIC), as a contribution to the improvement of academic knowledge management processes. The empirical investigation follows a hypothetical-deductive exploratory approach of data collected by Bontis questionnaire, according to the methodology proposed by Pasquali for the elaboration of psychological instruments. Descriptive and data condensation statistical techniques are used to characterize the population under study and operationalization of data. The verification of working hypotheses is performed by the item response theory (IRT), by applying the Samejima Graded Response Model (GRM). Given the achieved results, it can be concluded that the tested HIC measurement model can be used as a planning and monitoring tool for knowledge management processes, in a view for organizational excellence.*

Keywords: *management, knowledge, human intellectual capital.*



## **Nota prévia**

*Este manuscrito constitui o trabalho final de mestrado (TFM) para a obtenção do grau de Mestre no curso de Engenharia da Qualidade e Ambiente, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL). Ainda que o tema escolhido seja próximo do autor, atual e de interesse comum a diversos setores da sociedade hodierna, a dimensão estatística revelou-se um mundo denso e complexo que foi necessário explorar, traçando-se caminhos que foram sendo descobertos, que permitiram assim conduzir aos resultados alcançados. O que aqui se expõe não é de todo uma tarefa acabada, mas sim, considera-se, uma base robusta para trabalhos futuros, quer de confirmação do presente trabalho, ou de extensão do modelo de medição a novas dimensões.*

O autor

*“A busca permanente do conhecimento, da compreensão do mundo,  
é uma das manifestações da inteligência humana.”*

(Philippe de LaCotardière, 2010)



# 1. Introdução

Desde o início dos tempos que o Homem busca o conhecimento, conhecimento que, tal como a Humanidade, tem também evoluído ao longo do tempo, desde o saber clássico da antiguidade ao *thechnos* da idade média, até aos novos saberes da atualidade (LaCotardière, 2010). E, também desde sempre, o conhecimento tem constituído uma vantagem competitiva no desempenho económico das empresas (Sveiby, 1997). Neste campo, o crescimento das novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) a que assistimos desde a segunda metade do século passado (Godinho, 2007), veio permitir o acesso aos meios de criação e divulgação do conhecimento, de forma mais fácil e imediata, a uma banda mais alargada da sociedade, tornando-o assim também mais democrático (Santos, 1999). Esta mudança de paradigma motivou nas décadas de 1960 e seguintes, o desenvolvimento de um novo conjunto de teorias e conceitos económicos (Jóia, 2001), vulgarmente referidas por sociedade (Drucker, 1968), economia (Machlup, 1973) ou gestão do conhecimento (Sveiby & Lloyd, 1987; Nonaka, 1994), capital intelectual (Edvinson & Malone, 1997; Stewart, 1999) ou ativos intangíveis (Sveiby, 1997; Stewart, 2001).

## ***Justificação do trabalho***

Para Edvinsson e Malone (1997, p. 21) o capital intelectual (CI) refere-se aos recursos intangíveis postos em prática para a produção de valor, nomeadamente as capacidades e atitudes individuais, mas também as estruturas, internas e externas, de comunicação e de relacionamento empresarial. Stewart (1999, p. 66) define capital intelectual como um todo constituído pelo conhecimento, informação e experiência, reconhecendo desde logo a enorme dificuldade que é medir esta grandeza. Neste contexto, o capital intelectual humano (CIH) traduz-se no desempenho, de um indivíduo ou de um grupo de indivíduos a trabalhar em equipa, para a tomada de decisão, inovação e desenvolvimento (Bontis, 1998). Em todo o caso, estas definições são sempre vagas, e precisam de ser contextualizadas, dizendo-se por isso que o capital intelectual é próprio de cada organização (Bontis, 1999).

Desde meados do século passado, quando as empresas perceberam a importância do conhecimento para a sua sustentabilidade económica, diversas metodologias têm vindo também a ser desenvolvidas para a sua medição (Giuliani, Chiucchi, & Marasca, 2016), destacando-se a *Skandia Navigator* de Edvinsson e Malone em 1997, a *Balanced Scorecard* (BSC) de Kaplan e Norton em 1992, e a *Intangible Assets Monitor* de Sveiby em 1998 (Silveira, Schnorrenberger, Gasparetto, & Lunkes, 2017). Constata-se no entanto, que estas ferramentas, geralmente complexas e de difícil implementação, têm por principal objetivo a avaliação dos efeitos da gestão na criação de valor, e nenhuma se aplica concretamente à avaliação da vertente humana do conhecimento (Matoskova, 2016).

Outra abordagem comumente usada na medição do capital intelectual passa pela definição de indicadores, nomeadamente indicadores de resultado ou de desempenho, qualitativos e quantitativos, construídos para a avaliação de traços latentes (Manzari *et al.*, 2012; Sena *et al.*, 2015), que nos dão uma imagem do estado atual e dos progressos alcançados. No entanto, sublinhe-se que para qualquer sistema de indicadores resulta sempre uma imagem incompleta, pelo seu grau de subjetividade, o que se acentua quando estamos a medir variáveis latentes (Goldoni e Oliveira, 2006).

Bontis desenvolveu um método baseado em questionário para avaliar o impacto do capital intelectual (CI), nas suas três dimensões (humano, estrutural e clientes), aplicado ao desempenho económico das empresas (Bontis, 1998). Este modelo tem vindo a ser replicado em diferentes ambientes e realidades com resultados práticos efetivos, em áreas que vão do setor industrial (Gan & Saleh, 2008) ao bancário (Cabrita, Vaz & Bontis, 2007), quer na Europa (Mention & Bontis, 2013; Mhedhbi, 2013), quer no Médio Oriente (Nazem & Mozaiini, 2014; Shasti, 2016) ou no Brasil (Vidotto *et al.*, 2017). Porém, e apesar de se reconhecer a importância da gestão do conhecimento na sociedade moderna (Drucker, 1968), pouco trabalho de investigação tem sido aplicado neste campo às instituições de ensino superior (Kalemis, Saba & Elpida, 2012).

Numa perspetiva económica, é hoje inegável que o conhecimento tem vindo progressivamente a tornar-se o principal impulsionador da economia moderna, assumindo-se já como o 4º fator de produção (Koch, Leitner & Bornemann,

2000), e que os setores com maior crescimento são, nestes dias, aqueles que estão a basear a sua atividade no conhecimento (Drucker, 1993; OCDE, 2017). As empresas competem atualmente num mercado económico em que a incorporação de conhecimento é condição para a aquisição de vantagens competitivas e para a geração de riqueza (Stewart, 2001), assistindo-se hoje a uma crescente procura de profissionais cada vez mais qualificados, em áreas como a engenharia, biotecnologia, desenvolvimento de produtos informáticos e de software, e na prestação de serviços de I&D (OCDE, 2017).

### ***Problema de investigação***

Face às condições de mercado que o modelo económico baseado no conhecimento (Stewart, 2001) vem impondo às empresas, também o perfil profissional do trabalhador tem vindo a evoluir (Laloux, 2014). Atualmente, é o trabalhador que detém e transporta consigo os seus próprios meios de produção, *i.e.*, o capital intelectual necessário para o desempenho da tarefa que lhe está destinada (Stewart, 2001). Por outro lado, também para as instituições de ensino esta nova ordem social vem trazer novos e profundos desafios (Caraça, 2003), mas igualmente oportunidades (Koch, Leitner & Bornemann, 2000). É percebendo, e desta forma antecipando aquilo que o mercado precisa e procura, que elas podem assegurar a sua longevidade (Drucker, 1993) nesta sociedade emergente, que é a sociedade do conhecimento (Stewart, 2001).

Afirma João Caraça (2003, p. 126) que as instituições de ensino superior desempenham um papel central na aquisição de conhecimento, mas também no que respeita à formação para o trabalho daqueles que mais tarde irão servir os interesses da inovação tecnológica e do desenvolvimento industrial e económico (Santos, 1999). Mas estará o ISEL de facto a preparar os futuros trabalhadores do conhecimento para esta mudança de paradigma, e para que eles próprios façam parte desta mudança? Será essa formação adequada aos objetivos propostos? Estará o conhecimento gerado a ser adequadamente gerido?

### **Definição dos objetivos e hipóteses de trabalho**

Este trabalho tem por principal objetivo a construção de um modelo de medição do Capital Intelectual Humano (CIH) adquirido nos cursos de 1º ciclo do ISEL pela Teoria de Resposta ao Item (TRI), que se desdobra em objetivos específicos com vista à verificação das hipóteses de trabalho (Tabela 1).

*Tabela 1: Tabela de objetivos e hipóteses de trabalho*

<b>Objetivo geral</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipóteses</b>
Construção de um modelo de medição do capital intelectual humano (CIH)	Validação do instrumento de medida (inquérito)	É possível medir o CIH adquirido nos cursos de 1º ciclo do ISEL?
	Medição do CIH	
	Determinação da curva característica do teste (CCT)	Está o ISEL a preparar bem os seus alunos para integrar a economia do conhecimento?

### **Método e resultados**

Metodologicamente, o processo de investigação seguiu uma abordagem hipopéptico-dedutiva estruturada exploratória do CIH. Os dados empíricos foram recolhidos através de inquérito por questionário, desenvolvido a partir dos trabalhos de Bontis (1998) e condensados para permitir a análise da sua estrutura interna (Nunnally & Bernstein, 1994). As hipóteses de trabalho foram testadas por aplicação da TRI através do modelo de resposta graduada (Samejima, 1997) em **R** (Chalmers, 2019a).

Verifica-se que o método de inquérito por questionário é adequado para a recolha de dados de base em estudos sociais, e que a TRI é uma técnica robusta para a avaliação do CIH, concluindo-se que o modelo de medição do CIH pela TRI aqui apresentado pode ser usado como ferramenta de planeamento, execução e monitorização dos processos de gestão do conhecimento, numa visão sistémica de sustentabilidade para a excelência organizacional.

### ***Estrutura do trabalho***

No capítulo 2 seguinte procura-se construir uma fundamentação teórica dos conceitos e das relações concetuais discutidas neste trabalho, tendo por base a bibliografia científica consultada, fazendo-se um breve enquadramento histórico-teórico de contextualização na sociedade atual. Faz-se também uma breve caracterização do panorama económico nacional e internacional, em termos de difusão do conhecimento na sociedade, e do papel das instituições de ensino superior na formação dos futuros trabalhadores do conhecimento. Desta forma, estabelece-se um referencial teórico de suporte ao método de investigação aplicado, apresentado no capítulo 3, com que se procurou estruturar o processo exploratório aplicado, realizando-se a discussão das diferentes opções metodológicas necessárias à verificação das hipóteses colocadas à partida deste trabalho de investigação, sem dogmas ou preconceitos, atitude recomendada para quem se inicia neste campo de investigação (Quivy & Campenhoudt, 2008). No capítulo 4 são apresentados e discutidos os resultados obtidos em cada fase do trabalho, fazendo-se uma breve apresentação das limitações encontradas, perspetivando-se ainda o desenvolvimento de trabalhos futuros. Por fim, no capítulo 5, é apresentada uma conclusão do trabalho de investigação realizado.



## 2. Enquadramento teórico

Desde o início dos tempos que o Homem busca incessantemente o Conhecimento, desde o uso do fogo à escrita, da medicina à navegação marítima (Caraça, 2003), e sabendo-se que a sociedade evolui em sobressaltos, proporcionados por cada um destes novos marcos do conhecimento (Drucker, 1993). Desde o *saber* clássico da Grécia antiga, quando pensadores e filósofos desenvolveram um modelo de conhecimento baseado na prova e demonstração, ao *fazer* da Revolução Industrial, que associa saber e experimentação (Silveira, 2002), até aos novos saberes da atualidade (LaCotardière, 2010).

Vivemos hoje uma época de transição no processo evolutivo da Humanidade, cujos sinais se vão acumulando quer na maneira de ser e de pensar, quer ao nível do quadro de valores tradicionais (Santos, 1995), por opção própria ou por a isso estarmos obrigados pela urgência das mudanças que se avizinham (Schwab, 2017). Também na Economia estes sinais vêm ganhando notoriedade (Drucker, 1993). Note-se por exemplo as novas profissões que surgem da necessidade de assegurar funções que não existiam antes, ou o carácter das empresas que lideram as principais bolsas mundiais, que sendo de setores económicos tão distintos<sup>1</sup>, têm todas elas um aspeto em comum: baseiam a sua atividade na aplicação intensiva do conhecimento (Caraça, 2003).

### **Conhecimento**

Mas o que é o Conhecimento? Foi na Europa, com o advento da Revolução Industrial (séc. XVI-XVIII), que se dá o primeiro grande aumento do conteúdo cognitivo aplicado aos processos produtivos, e de criação de valor, que nos conduziu neste campo ao *episteme* dos dias de hoje (Crozon, 2010). Para Caraça (2003, p. 21), o conhecimento evolui por “inflexões” da componente imaterial (cultural) da comunidade em que se insere, como são as regras de organização social, os valores e perceções, ou os códigos de informação. Outros

---

<sup>1</sup> Dinheiro Vivo - <https://www.dinheirovivo.pt/bolsa/galeria/estas-sao-100-cotadas-mais-valiosas-do-mundo/>,  
acedido em 04-01-2019.

autores, como Sveiby (1997) ou Stewart (1999) colocam o Conhecimento na perspectiva económica, como sendo o principal fator de sucesso para as organizações modernas. Neste trabalho define-se Conhecimento como o conjunto das capacidades intelectuais individuais, cognitivas e experienciais, numa perspectiva pró-ativa (Sveiby, 1997). Por extensão, define-se Trabalhador do Conhecimento por aquele que aplica mais as suas capacidades intelectuais que as físicas, e Empresas do Conhecimento por aquelas que baseiam a sua atividade mais nos bens intangíveis (imateriais) que nos tangíveis (materiais).

O termo Conhecimento, que deriva do latim *cognoscere*: o ato ou efeito de conhecer<sup>2</sup>, reveste-se no nosso dia-a-dia de diferentes significados, podendo assumir a forma de informação, noção, experiência, faculdade de conhecer, relação direta com alguma coisa, domínio de determinada área do saber, contato social, etc. Logo, a sua definição é dependente no contexto em que é aplicado (Bontis, 1998), tornando-se necessário antes de mais definir o campo de aplicação do termo, e os fatores que o determinam em cada momento (Lewin, 2004). No âmbito deste trabalho, referimo-nos ao Conhecimento em contexto organizacional, *i.e.*, à componente humana presente no conjunto dos ativos intangíveis de uma organização (Sveiby, 1997).

Importa neste contexto fazer-se a distinção entre dados, informação e conhecimento, entendendo-se por informação o conteúdo de dados que lhes dá sentido, e conhecimento pela aplicação racional da informação para a criação valor (Stewart, 1999). Para Sveiby (1997), toda a tarefa é cumprida com recurso a duas formas de conhecimento: tácito e explícito. O primeiro é aquele que se constrói a partir da experiência individual de cada um, 'é um saber que se sabe sem saber'. Enquanto que, e em oposição, o segundo é o saber formal, adquirido por informação ou formação, 'que se sabe de forma consciente'. Sveiby (1997, p. 29) define conhecimento por quatro características fundamentais:

- i) o conhecimento é essencialmente tácito,
- ii) o conhecimento é orientado pela ação,
- iii) o conhecimento é suportado por regras,
- iv) o conhecimento está em constante mudança.

---

<sup>2</sup>infopédia - <https://www.infopedia.pt>; acessido em 18/11/2018.

Este autor explica que o conhecimento tácito é como uma ferramenta que se usa com um objetivo, e que tem as suas raízes na experiência prática. O conhecimento explícito é o que sabemos do objeto ou do fenómeno em foco. Podemos então afirmar que o conhecimento é constituído por dois termos em que um não existe sem o outro, e que em qualquer caso ele acontece como um balanço equilibrado dos dois (Sveiby, 1997). Por outro lado, o conhecimento é orientado pela ação, *i.e.*, ocorre pela categorização de um conjunto de teorias, métodos, sensações, valores e habilidades, sujeita a regras próprias (Costermans, 2001). Por essa razão o conhecimento de um indivíduo não é o conhecimento de outro, pois ele está sujeito à experiência própria de cada um, em permanente mudança, renovando-se em cada aplicação (Sveiby, 1997).

Para Stewart (1999) o conhecimento distingue-se quanto ao suporte:

- i)* aquele que faz parte do indivíduo (*expertise*), semipermanente, que cresce em cada tarefa realizada, juntamente com o indivíduo, e
- ii)* aquele que o viabiliza (*tools of knowledge*), como são os dispositivos e os meios de acesso e partilha desse conhecimento.

Por outro lado, este autor defende que o conhecimento é em grande medida tácito (*soft knowledge*), difícil de ver e de explicar, e espontâneo, porque não carece de ser pensado, mas também local e resiliente. Local porque ele existe para as condições que o suportam, e resiliente porque se constrói a partir da nossa própria experiência, ficando assim ‘gravado’ no íntimo de cada um (Stewart, 1999). Timsal *et al.* (2016, p. 5) sublinham que “a maior parte do conhecimento associado à tarefa é adquirido em contexto de trabalho”.

### ***Transferência e aquisição***

Sendo o Conhecimento constituído em grande medida por uma componente experimental, porque as pessoas preferem normalmente descobrir as suas próprias conclusões (Sveiby, 1997), a transferência de conhecimento desempenha um importante papel no processo de aprendizagem. Para Sveiby

(1997, p. 40), essa transferência faz-se essencialmente de duas formas:

- i) por informação - palestras, conferências ou apresentações audiovisuais, ou
- ii) por tradição - *workshops*, jogos didáticos, saídas de campo.

O processo de transferência de conhecimento por informação, é o processo clássico, baseado na comunicação oral, onde o destinatário é um recetor passivo da informação (Cicuto & Torres, 2016). Num processo de transferência de conhecimentos por tradição, complementado ou não por conhecimento explícito, há igualmente lugar à transferência de conhecimento tácito (não codificado) de forma automática e inconsciente, através da assimilação particular da ação (Sveiby, 1997).

A transferência de conhecimento por tradição, é um processo de longo prazo, podendo, ou não, incorporar os objetivos e os fundamentos científicos da informação, para a modificação do saber e/ou comportamento (Alipour, 2009). Neste processo, o recetor é envolvido numa qualquer atividade que o conduz à construção do conhecimento, ou à resolução de um problema, recorrendo para isso às suas capacidades de análise, síntese e comunicação da informação (Cicuto & Torres, 2016), combinando habilidades técnicas e comportamentais (Brito, 2019). Em contexto empresarial, esta transferência de conhecimento é normalmente designada por formação no posto de trabalho (*on job training*), muitas vezes apenas na medida do necessário para o desempenho da tarefa (Timsal *et al.*, 2016).

Para Nonaka (1994, p. 23), ainda que as ideias surjam na cabeça das pessoas, é a partir das relações interpessoais que elas se desenvolvem (Figura 1). Para este autor, as organizações potenciam os seus próprios processos de aquisição e transferência (conversão) de conhecimentos, através da sua exposição (dimensão epistemológica), às relações interpessoais próprias (dimensão ontológica). O processo de conversão a partir do conhecimento tácito dá-se neste campo por socialização, baseando-se na observação, imitação e prática, ou por externalização, através da construção de conceitos. Através do conhecimento explícito, essa conversão dá-se por absorção desse

conhecimento em conhecimento tácito, ou por combinação, através da análise, categorização e reconfiguração do conhecimento adquirido (Nonaka, 1994).

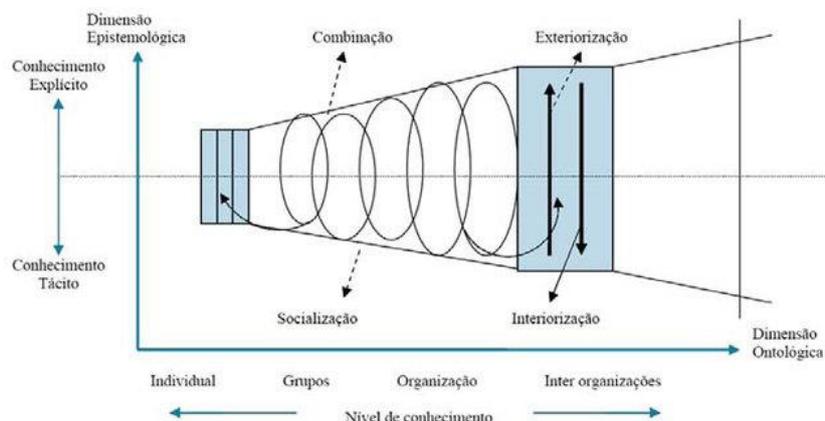


Figura 1: Espiral da conversão de conhecimento (Nonaka, 1994).

Argumenta Sveiby (1997), que o conhecimento tácito é aquele que mais se encontra nas organizações, vulgarmente disperso e desaproveitado. Embora “armazenado apenas na memória da organização” (Arasaki *et al.*, 2017), ele é “a maior riqueza das organizações” (Sveiby, 1997). É este conhecimento, que resulta da experiência e que muitas vezes está no suporte à tomada de decisão, que constitui o principal fator distintivo das organizações, e que lhe confere vantagem competitiva. É, pois, este conhecimento que importa gerir (controlar, manipular e melhorar), numa perspetiva de excelência organizacional, ao mesmo tempo que se cultiva a motivação, o compromisso e as capacidades dos trabalhadores (Timsal *et al.*, 2016).

### **Medição do conhecimento**

Embora a componente de custo de um produto de hoje, seja já largamente constituída por despesa em I&D (Stewart, 1999), uma das razões pelas quais se dá normalmente pouco significado aos aspetos imateriais da economia, para o retorno do investimento, é pelo facto de estes não serem facilmente discerníveis;

podemos saber quanto gastamos em formação, mas não sabemos quanto do conhecimento adquirido contribuiu para o melhor desempenho da organização (Stewart, 1999). O primeiro grande passo na medição do capital intelectual (CI) foi dado em maio de 1995 pela empresa sueca Skandia, com a publicação do seu relatório anual *Capital Intellectual* (Edvinsson e Malone, 1997).

A crescente procura de informação útil para o estudo das atitudes e do comportamento humano, tem vindo a promover o desenvolvimento de novas metodologias e técnicas de medição do conhecimento, nomeadamente na área das ciências sociais, da psicologia e da educação (Wilson & Gochyyev, 2013). Um aspeto fundamental da teoria da medida, prende-se com a legitimidade do instrumento de medida para medir de facto aquilo que se propõe (Nunnally & Bernstein, 1994). Outro é o da sensibilidade, *i.e.*, qual a quantidade mínima da habilidade (magnitude da propriedade psicológica) em estudo, detetável por esse instrumento de medida (Pasquali, 2017).

Neste campo, a Teoria de Resposta ao Item (TRI) tem vindo a demonstrar a sua importância na avaliação de variáveis latentes (Vargas *et al.*, 2008; Vidotto *et al.*, 2017). TRI designa um conjunto de modelos matemáticos de regressão multivariada (Rizopoulos, 2006), desenvolvidos para representar a relação entre uma propriedade não diretamente observável (variável latente) e a probabilidade de resposta a uma questão particular (item) colocada em questionário (teste). Postula-se que um indivíduo com mais habilidade possui uma maior probabilidade de obter determinada resposta (Nunnally & Bernstein, 1994), e que os parâmetros dos itens são independentes do traço latente, assim como essa habilidade empírica não depende dos itens apresentados, dizendo-se por isso invariantes (Andrade, Tavares & Valle, 2000).

Os primeiros modelos de TRI surgiram na década de 1950, desenvolvidos por Lawley, Guttman e Lazarsfeld (Linden & Hambleton, 1997), na avaliação do desempenho e em testes de aptidão (Pasqualli, 2017), baseando-se o método estatístico na distribuição normal dos dados (Linden & Hambleton, 1997). Mais tarde, Lord incorpora um terceiro parâmetro para resolver o fator de acaso em respostas dicotómicas. Já em 1968, Birnbaum propõe a substituição da função normal pela função logística, para maior facilidade matemática (Linden & Hambleton, 1997). Mais recentemente, já na década de 1970, novos modelos de

TRI foram desenvolvidos de forma a integrar também respostas politómicas e ordenadas por classes (Araújo, Andrade & Bortolotti, 2009). No entanto, só a partir de finais do século passado, com o desenvolvimento tecnológico, começaram a ser criadas ferramentas informáticas que permitem a operacionalização prática destes modelos matemáticos.

A principal característica da TRI, e que é também a sua maior diferença para outras teorias clássicas que se focam apenas no resultado final obtido, é que esta técnica tem como elementos centrais de análise os itens individuais e as respostas obtidas para cada item em particular (Linden, 2010). Mediante um processo de *equalização*, esta técnica permite para além da categorização de um grupo de indivíduos, a comparação do grau de habilidade entre grupos de populações diferentes (amostras), ou entre indivíduos de uma mesma população, ou ainda, a evolução do grau de habilidade num grupo ao longo do tempo (Andrade, Tavares & Valle, 2000).

### ***Sociedade (das organizações) do conhecimento***

Diz Sveiby (1997, p. 26) que uma mudança de paradigma ocorre sempre de forma abrupta e radical. Abrupta, porque não é possível antecipar a massa crítica de pessoas que partilham uma nova perspetiva (Schwab, 2017), e radical porque arrasta consigo todos os que antes não viam dessa forma, mas que passam a ver quando lhes é mostrado (Stewart, 2001). Defende Drucker (2012, p. 253) que a mudança para a *sociedade do conhecimento* já começou, e que é já visível, por exemplo, através da forma como comunicamos e nos socializamos, e como trabalhamos e ocupamos os nossos tempos livres (Schwab, 2017). O conhecimento está cada vez mais naquilo que fazemos e consumimos diariamente (Stewart, 2001).

O conhecimento, que tendo sempre sido um bem privado, passou (quase) subitamente a ser público (Santos, 1999). Não só há mais gente atualmente a trabalhar com conhecimento, mas o próprio conteúdo em conhecimento está a aumentar (Stewart, 1997). Ele está cada vez mais presente nos nossos dias, não só naquelas tecnologias mais evidentes, dos supercomputadores à robótica e à

inteligência artificial (IA), e dos *nanomateriais* à manipulação genética e impressão 3D de órgãos humanos, mas também, como a *internet* das coisas (IoT), nos pequenos objetos de uso diário (Schwab, 2017).

Porém a verdadeira grande revolução deu-se com a aplicação do conhecimento ao conhecimento, passando a produção de artesanal a tecnológica, que Drucker (2012, p. 255) apelida de “Revolução da Gestão”. Para este autor, esta revolução foi movida por uma mudança radical naquilo que se entende por *conhecimento*. Ele é hoje um recurso (Drucker, 2012), que quando aplicado ao conhecimento, de forma eficiente e eficaz, produz melhores resultados que aqueles que estávamos a obter antes. Para Stewart (1997, p. 49) trata-se de liderança vs gestão; para Drucker (2012, p. 267), o segredo está na sua inovação sistemática.

A sociedade do conhecimento é uma “sociedade de organizações”, afirma Drucker (2012, p. 153), uma sociedade de um novo pluralismo, uma sociedade onde cada grande tarefa social é confiada a uma grande instituição – o governo, uma grande empresa comercial, uma universidade ou um sindicato. Embora interdependentes, porque nenhuma pode existir sem as outras, “as organizações não existem para si próprias, mas para dar o seu contributo ao indivíduo e à sociedade” (Drucker, 2012, p. 171). Neste contexto, a população, as pessoas, vêm também elas próprias a ganhar um papel de relevante intervenção. Na nova sociedade emergente, a concentração já não se faz por via económica (Drucker, 2012), mas por via da concentração de recursos intelectuais (Schwab, 2017).

Um exemplo clássico desta mudança de paradigma é o da lata de refrigerante (Stewart, 1997). Conhecida do público desde o século XIX, apenas na década de 1960, após anos de investigação e desenvolvimentos no processo de fabrico para a produção da folha de alumínio, a sua utilização se tornou economicamente viável, e um sucesso imediato. Simultaneamente, a gaseificação da bebida constituiu um dos ‘ovos de Colombo’ da economia (Stewart, 1997). Estes e outros (pequenos) sucessos, ideias simples que transportam consigo elevadas cargas de conhecimento intensivo, estiveram no advento da revolução económica que estamos a viver hoje (Stewart, 1997).

### ***As instituições de ensino superior (IES)***

Neste campo, como afirma João Caraça (2003, p. 126), as instituições de ensino superior (IES) têm um papel fundamental a desempenhar na transição para a sociedade do conhecimento, cabendo-lhes a formação daqueles que virão a constituir os pilares desta nova ordem social, que são os futuros trabalhadores do conhecimento (Stewart, 2001). Porém, esta mudança de paradigma não se afigura fácil, trazendo-lhes também novos e profundos desafios (Caraça, 2003), dos quais o maior será, certamente, o desafio cultural (Christersson & Staaf, 2019). Na opinião de Drucker (2012, p. 177), são precisamente estas as organizações que enfrentarão os maiores obstáculos para cumprir as responsabilidades e autoridade que lhes competem por natureza.

Para alcançar o seu objetivo social (Drucker, 2012), as IES deverão conseguir conciliar esforços quer dos seus funcionários e dirigentes, quer dos próprios alunos e de toda a comunidade educativa (Christersson & Staaf, 2019), porque, afirma Drucker (2012, p. 173), “nunca antes estas organizações se tinham deparado com a tarefa de organizar e gerir o conhecimento”. Khalid (2018, p. 40) sublinha que sendo as IES “organizações de conhecimento intensivo”, altamente dependentes do seu capital intelectual (CI), uma mudança cultural passa sempre pelo desenvolvimento de competências, mas passa também e essencialmente por uma melhor gestão do conhecimento.

É percebendo e antecipando aquilo que são as necessidades e desejos sociais, transformando-as então em oportunidades, que as IES podem assegurar a sua longevidade (Drucker, 1993) nesta sociedade emergente, que é a sociedade do conhecimento (Stewart, 2001). Para Drucker (2012, p. 359), estas instituições necessitam, antes de mais, de definir os fatores distintivos que lhe conferem legitimidade social, baseados em valores, convicções e visão, *i.e.*, na sua excelência e prestígio, e estabelecer novas estratégias de gestão orientadas para o desenvolvimento e partilha de experiências e conhecimentos.

Christersson e Staaf (2019, p. 5) argumentam que os principais desafios que se põem às IES são a redefinição de processos orientados para formas de ensino inovadoras, envolvendo docentes e alunos na exploração do conhecimento, sendo que “a forma mais eficaz de gerir a mudança, é criá-la” Drucker (2012, p.

360). Para Bass (1999, p.1), a problematização do ensino centra-se na discussão das teorias de aprendizagem focadas na informação, na exposição e no professor vs na construção, na ação e no aluno.

De acordo com os trabalhos de Freeman *et al.* (2014, p. 8410), os estudantes universitários dos cursos de matemática, engenharia, ciência e tecnologia (MECT) obtêm até 6% melhores resultados em modelos pedagógicos construtivistas, que em modelos centrados na informação. Por outro lado, sabendo-se que o ambiente de aprendizagem afeta o desempenho dos alunos (Ariani & Mirdad, 2015), Brooks (2012, p. 1) demonstrou empiricamente que diferentes modelos de aprendizagem causam diferentes comportamentos, quer dos alunos quer dos professores. Defende este autor que técnicas de aprendizagem ativa não são adequadas à sala de aula e vice-versa, sugerindo que deverão ser os professores a adequar o espaço ao conteúdo (Brooks, 2012).

Cicuto e Torres (2016, p.1020) definem *aprendizagem ativa* como “o processo de envolver os alunos numa atividade que os obriga a refletir sobre ideias e como aplicar essas ideias”. Aprendizagem ativa é comumente conotada com “atividades que os alunos fazem para construir conhecimento e compreensão”, envolvendo processos cognitivos e sociais, onde eles resolvem problemas acima do seu nível de conhecimento (Brame, 2016). O papel do professor passa neste contexto por ser o facilitador de atividades para a construção do conhecimento (Cicuto & Torres, 2016), cabendo às instituições de ensino promover as condições de motivação, intrínsecas e extrínsecas, para a aprendizagem ativa (Rockich-Winston *et al.*, 2017). Todas estas atividades exigem, no entanto, que seja praticada uma análise crítica daquilo que é aprendido, fazendo-se a ligação entre a atividade e a aprendizagem num processo de metacognição, que Costermans (2001) designa por “pensamento de ordem superior”.

Khalid (2016, p. 42) defende que na Era do Conhecimento, as IES deverão orientar as suas estratégias para o desenvolvimento de talentos, que para Stahl *et al.* (2007, *in* Khalid, 2016, p. 41) "consistem naqueles indivíduos que podem fazer a diferença no desempenho organizacional, seja pela sua contribuição imediata ou a longo prazo, demonstrando os mais altos níveis de potencial". Isto pode ser conseguido por uma gestão académica eficiente e pela qualidade de

ensino, garantindo-se, nomeadamente, um corpo docente de reconhecido mérito profissional nas suas áreas de ensino, com conhecimentos, habilidades e competências próprias relevantes, mas também pelo foco na identificação, desenvolvimento e retenção dos seus talentos (Khalid, 2016),

### ***Economia do conhecimento***

Ao contrário de outros recursos, como o petróleo ou o ferro, o conhecimento é um recurso económico intrinsecamente não escasso (Sveiby, 1997). O conhecimento quando é aplicado não diminui, e quando partilhado ele expande-se, e renova-se pela experiência adquirida criando novos conhecimentos, contrariando todas as leis clássicas da Economia (Sandroni, 1999). O conhecimento é atual e indubitavelmente o principal recurso para qualquer indústria, desde a agricultura à farmacêutica (Stewart, 2001, p. 17), constituindo-se como o 4º fator de produção da economia moderna (Koch, Leitner & Bornemann, 2000). Argumenta Drucker (2012, p. 187) que os fatores de produção tradicionais – a terra, o trabalho e o capital – poderão ser obtidos, desde que exista conhecimento especializado.

Conforme a economia tem vindo a tornar-se cada mais baseada no conhecimento, também as organizações necessitam de desenvolver as competências dos seus trabalhadores (Khalid, 2018). Como vimos, “conhecimento gera conhecimento” que se amplifica através da recombinação inovadora de diferentes saberes (Drucker, 2012). Diz Schwab (2017, p. 5), referindo-se ao que considera ser a 4ª revolução industrial:

*Entre os muitos e diversificados desafios fascinantes que enfrentamos, o mais intenso e importante é como compreender e definir a nova revolução tecnológica, que implica nada menos do que a transformação de toda a humanidade.*

A intensificação do conhecimento, faz com que a cada dia mais pessoas estejam diretamente envolvidas no desenvolvimento de (novos) produtos e serviços, e com que as novas atividades sejam cada vez mais *atividades do conhecimento*. Baseando-se mais nas competências intelectuais que nas competências físicas

e técnicas, criam-se assim novos modelos de negócio e novas formas de nos relacionarmos com o trabalho (Schwab, 2017). Esta distinção competitiva entre as empresas passou desde a década de 1960 a significar também maior rentabilidade económica (Stewart, 2001), naquilo que podemos designar por processo de *economização do conhecimento* (Drucker, 1997).

### ***Empresas do conhecimento***

A revolução industrial europeia no século XVII (Caraça, 2003) veio permitir, como vimos, o desenvolvimento de novos meios de produção, baseados na utilização intensiva de mão-de-obra e dos recursos naturais, dando assim origem ao conceito de empresa moderna (Caraça, 2003). O ambiente natural para a transferência de conhecimentos deixou de ser o meio familiar para passar a ser a empresa, meio privilegiado para a conversão do conhecimento, através da estruturação dos processos de treino e aprendizagem, mas também de criação de novos conhecimentos, pelo desenvolvimento de práticas de investigação baseadas na experimentação (Caraça, 2003). O capital mais valioso para as organizações, comerciais e não comerciais, já não são os equipamentos de produção, o património físico, mas os próprios trabalhadores (Drucker, 2012).

A intensificação gradual do conhecimento na atividade produtiva, está claramente a aumentar a produtividade das empresas (Schwab, 2017), aqui designadas por *empresas do conhecimento*. Inclui-se neste conceito as empresas de consultoria, de engenharia e construção naval, de desenvolvimento de novas tecnologias e de informação, médicos e cirurgiões, e analistas de sistemas informáticos, entre outras (Stewart, 2001). Neste campo podemos distinguir dois tipos de empresas do conhecimento: as que fornecem o produto (Schwab, 2017) e as que desenvolvem o processo de produção (Sveiby, 1997).

Para Drucker (2012, p. 165), as empresas de hoje existem para tornar produtivo “centenas, por vezes milhares, de tipos especializados de conhecimento”. Elas são as “ferramentas” e a “informação” a matéria prima da nova economia (Stewart, 1997). Nas empresas do conhecimento, espera-se que o trabalhador use os seus conhecimentos com eficácia; o foco não está na tarefa, no ‘como fazer’, mas sim no ‘objetivo’, no que se espera que seja feito (Drucker, 2012).

Para Schwab (2017, p. 30), ainda que o foco no conhecimento seja fator de maior produtividade e sinónimo de desenvolvimento económico, o que se vem verificando, porém, é que a tendência para a criação de emprego não tem acompanhado a maior diversificação de aplicações desse conhecimento. É hoje perceptível que o profissional especializado se encontra mais ligado à sua atividade que à organização para quem trabalha (Stewart, 1999). Por outro lado, embora o número de empresas de conhecimento intensivo mostre tendência de crescimento, não se verifica no entanto um significativo aumento do volume de negócios (Drucker, 2012), assistindo-se antes a um padrão de crescimento rápido mas a uma redução na vida útil dessas empresas (Schwab, 2017).

Atualmente, grande parte do trabalho, nomeadamente o trabalho mecânico repetitivo e o trabalho manual de elevada precisão, está já a ser substituído por sistemas automatizados (Schwab, 2017). Por outro lado, afirma Schwab (2017, p. 38), a intensificação do conhecimento está a causar a polarização do trabalho, *i.e.*, dum lado os trabalhadores altamente qualificados, com funções criativas e cognitivas, bem pagos, e do outro os restantes trabalhadores, não qualificados, com tarefas repetitivas e rotineiras, ainda não substituíveis por autómatos. Este aspeto vem reforçado pelo recente fenómeno de *crowdsourcing*<sup>3</sup> para a realização de tarefas de carácter digital em trabalho remoto, baseadas numa estrutura de plataforma (Schwab, 2017). Estas tarefas vão desde a consulta de opinião à geração de ideias para a formação de conceitos, da recolha de fundos ao processamento de grandes quantidades de dados (Fernandes, 2012).

Mas, e dentro das próprias empresas? Os seus trabalhadores conhecem o propósito da sua tarefa? Conhecem a estrutura da sua empresa? Estão eles cientes do seu contributo para os objetivos globais da empresa? Sublinha Schwab (2019, p. 292), que as empresas mais cientes do seu conhecimento, são as mais bem preparadas para as mudanças que se avizinham. Stewart (1997, p. 51) alerta, porém, que a lealdade do trabalhador já não é simplesmente obtida por ordenado. Pedro Pina, *Vice-President and Global Client Partner* na Google (*in* Schwab, 2019, p. 19), afirma: “Nunca foi tão fácil empresas pequenas ou grandes, indivíduos ou instituições poderem utilizar dados para criar serviços

---

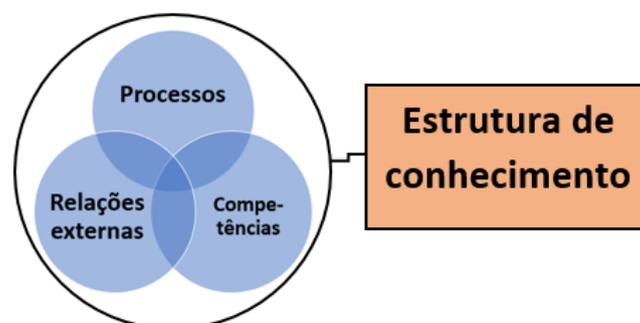
<sup>3</sup> Angariação de massas (NT).

inovadores, resolver problemas, simplificar tarefas e no geral tentar retirar inutilidades ou ineficiência das nossas vidas.”

Um exemplo de adaptação a esta nova realidade é o daquela empresa do Norte de Portugal, especializada na produção de bicicletas, que com a quebra na procura deste produto tradicional, consciente do seu *conhecimento*, reorientou os seus processos, sendo hoje uma empresa líder na produção de camas em estrutura tubular. Outro exemplo de sucesso é o da conhecida cadeia internacional de restaurantes de *pronto a comer*, que, sem se desviar da sua área de conhecimento, consegue estar em permanente inovação, apelando sempre à fixação do seu público alvo, mas também à captação de novos clientes.

### ***Capital intelectual (humano)***

Segundo Sveiby (1997, p. 8), os processos internos, as relações com os seus parceiros externos, e a competência dos seus trabalhadores, constituem os ativos intangíveis de uma organização, que este autor designa por estrutura de conhecimento (Figura 2). Na atividade corrente de uma organização, cabe à gestão de topo tirar o máximo proveito dos seus recursos. No entanto, e ao contrário de outros ativos (tangíveis), como a maquinaria de produção e a propriedade industrial, os ativos intangíveis, porque não têm existência física, carecem de uma clara definição, em termos de identificação e classificação (Stewart, 1999), e de um modelo de gestão próprio (Sveiby, 1997).



*Figura 2: Estrutura de conhecimento (adaptado de Sveiby, 1997).*

Para Edvinsson e Malone (1997, p. 3), o verdadeiro valor de uma organização assenta num tipo de ativos intangíveis que denominam capital intelectual (CI), constituído, essencialmente, por duas grandes dimensões (Figura 3): capital humano (CH) e capital estrutural (CE). Para estes autores, o CH é constituído pelo conhecimento, a capacidade de inovar e a habilidade individual dos seus trabalhadores, sublinhando que o “CH nunca é propriedade da organização”. Por seu lado, o CE engloba a maquinaria, os programas, as bases de dados, a estrutura organizacional, patentes, marcas, e tudo o mais que suporta a produtividade dos seus trabalhadores, *i.e.*, “tudo que fica na empresa quando os seus trabalhadores vão para casa ao final do dia” (Edvinsson e Malone, 1997). Alertam ainda estes autores que gerir o CI é mais que simplesmente gerir o conhecimento ou a propriedade intelectual de uma organização, pois envolve as pessoas e as suas relações interpessoais (Edvinsson e Malone, 1997).

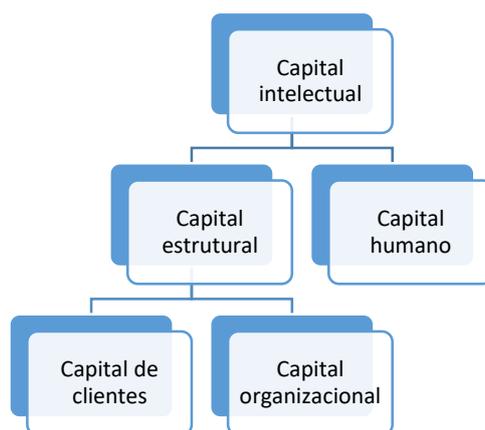


Figura 3: Estrutura do capital intelectual (adaptado de Edvinsson e Malone, 1997).

Para Stewart (1999, p. 55), o CH de uma organização é o conjunto de talento, capacidades, habilidades e ideias, classificando-o como a maior fonte de valor para as organizações, e a que se refere por *wet ware*<sup>4</sup>. Procurando sintetizar as diferentes vertentes que constituem o CI, Stewart (2001, p. 13) acrescenta à “plataforma de valor” proposta por Edvinsson e Malone (1997, p. 145) os aspetos relativos às relações externas da organização, nomeadamente clientes e

---

<sup>4</sup> Matéria cinzenta (NT).

fornecedores, compilando-os numa única dimensão: Capital de clientes (Figura 4). Para este autor, “a gestão do capital intelectual é tão difícil quanto navegar num mar recentemente descoberto, ainda não cartografado, de que muito poucos conhecem a extensão” (Stewart, 1999, p. 57).

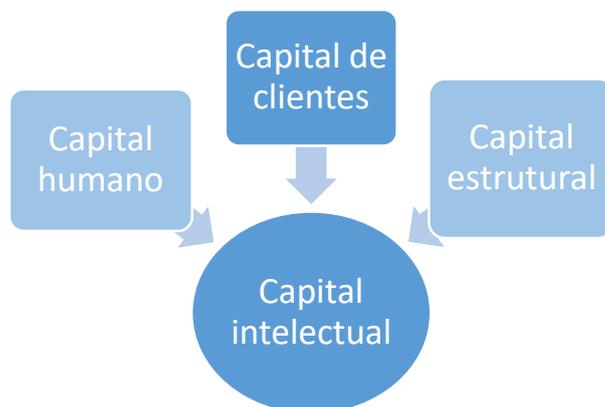


Figura 4: Estrutura do capital intelectual (adaptado de Stewart, 1999).

Desde a década de 1990, um grande esforço de investigação tem vindo a ser aplicado no desenvolvimento de técnicas e estratégias para a gestão do CH, apontando-se como principal obstáculo a avaliação das capacidades próprias individuais para o desempenho (Edvinsson e Malone, 1997), que aqui se designa *capital intelectual humano* (CIH). Neste campo, também a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) tem vindo a dedicar a sua atenção na avaliação da produtividade e do “peso” da formação<sup>5</sup> para a competência dos trabalhadores,.

Porque “não é fácil medir o que vai na cabeça e coração de gestores e trabalhadores” (Edvinsson e Malone, 1997, p. 123), qualquer métrica que envolva pessoas deve ser (Nunally & Bernstein, 1994):

- i) bem fundamentada, para não medir algo aparentemente importante, mas no fundo sem sentido,

---

<sup>5</sup> OECD Observer - [http://oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/2750/Counting\\_Human\\_Capital.html](http://oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/2750/Counting_Human_Capital.html),  
acedido em 13/01/2019.

- ii) bem estruturada, para não ser afetada por ruído de outras variáveis subjetivas,
- iii) teleológica, porque deve refletir não apenas o estado atual (da organização), mas perspetivar também os objetivos (sociais) que se procuram alcançar.

O CIH refere-se, como vimos, às características individuais, mas também às relações interpessoais da organização (Edvinsson e Malone, 1997), integrada numa economia em rápida transformação (Schwab, 2017). Para Bontis (1998), os principais componentes do CIH são o talento, a formação académica, a experiência, a perícia e a atitude (Vidotto *et al.*, 2017). Porém, outros autores acrescentam ainda a disponibilidade para o trabalho em equipa (Cabrita e Vaz, 2008), espírito criativo e capacidade de liderança e comunicação (Shasti, Amirkhani & Ghasemi, 2016). De uma forma geral, pode-se afirmar quanto à extrema dificuldade em avaliar o CIH numa organização, especialmente as qualificações adquiridas por experiência própria.

### ***Trabalhador do conhecimento***

Desenvolvendo a sua atividade com níveis crescentes de autonomia, as competências de planeamento e supervisão passaram a fazer parte do conteúdo profissional dos trabalhadores de hoje (Stewart, 1997). O trabalhador atualmente continua a precisar de ferramentas de produção, nomeadamente tecnologia, equipamentos e informação (Drucker, 2012), mas o principal fator de produção é o *conhecimento* que o trabalhador transporta consigo (Stewart, 1997).

Diz Schwab (2017, p. 40) que o trabalhador atualmente caracteriza-se pelo conjunto das suas competências técnicas, sociais e criativas, que lhe conferem capacidade para a tomada de “decisão e o desenvolvimento de novas ideias”. Para Drucker (2012, p. 271), a qualidade é a essência da produtividade do trabalhador atual. Sveiby (1997, p. 35) qualifica o *trabalhador do conhecimento* por possuir:

- i) conhecimento explícito, que envolve factos,
- ii) habilidade (*skill*), que envolve a proficiência,
- iii) experiência, adquirida pela aplicação repetida,
- iv) análise crítica, do que acredita estar correto,
- v) capacidade de relacionamento social.

Se os trabalhadores manuais precisam mais do trabalho que o trabalho precisa deles, os trabalhadores do conhecimento detêm eles próprios os seus meios de produção, o que lhes dá uma maior independência e autonomia (Drucker, 2012). Existe, no entanto, um vasto leque de trabalhadores que desempenham tarefas mistas, *i.e.*, trabalho com componentes físicas e cognitivas, e que Drucker (2012, p. 278) apelida de *tecnólogos*. Estes trabalhadores caracterizam-se por desempenhar tarefas essencialmente manuais, mas que carecem de conhecimento profundamente especializado; são exemplos destes trabalhadores os cirurgiões, e quase todas as profissões associadas à medicina, à reparação e à montagem de dispositivos técnicos (Drucker, 2012)

Stewart (1999, p. 92) apresenta-nos um modo de mapear o conhecimento, que designa “mapa de competências”. Este mapa pode ser utilizado como portefólio na perspetiva do próprio trabalhador, ou como quadro de referência para um qualquer caso em seja necessária a aplicação de conhecimento, seja a resolução de um problema particular, seja o desenvolvimento de um processo. Desta forma, é possível avaliar em qualquer momento as áreas de competência disponíveis e necessárias em cada caso. Para o trabalhador, o mapa de competências é também uma forma de identificar as suas próprias potencialidades e lacunas de conhecimento, valorizando aquilo que profissionalmente tem de mais importante (Stewart, 1999).

De acordo com a teoria clássica de gestão, cabe ao líder decidir e dirigir, porque é ele que controla todos os fluxos de informação (Sveiby, 1997). Atualmente, e cada vez mais, é o próprio trabalhador que detém o conhecimento para o desempenho da tarefa, que melhor conhece o mercado e que mais perto está do cliente (Stewart, 1999). Os empregos tornam-se cada vez mais flexíveis e transitórios, no que Schwab (2017, p. 67) caracteriza como “economia *on-*

*demand*". A economia moderna está em clara transformação, do tradicional quadro industrial para o novo paradigma do conhecimento (Sveiby, 1997), trazendo assim também novos desafios ao trabalhador do conhecimento (Stewart, 2001) e só aqueles que melhor se prepararem hoje, irão transitar com sucesso para a nova economia que se avizinha, que é a economia do conhecimento (Drucker, 2012).

### ***Panorâmica internacional***

A intensificação do conhecimento na produção industrial está intrinsecamente ligada à globalização dos mercados (Schwab, 2017). As novas tecnologias de informação e comunicação têm vindo a permitir que o conhecimento, enquanto ativo imaterial próprio, flua rapidamente e de forma extensiva, sendo já hoje o recurso dominante da economia dos nossos dias, tornando-se o principal ingrediente de tudo aquilo que fazemos, compramos ou vendemos (Caraça, 2003). Porém, só muito recentemente este tema passou a fazer parte do léxico das ciências económicas, e a sua relação com o crescimento económico provoca ainda acesa discussão. É claro, no entanto, que o impacto do conhecimento na sociedade moderna é reflexo do crescente investimento na componente imaterial de diversos setores económicos. Importa sublinhar que, ainda que conceitos como ciência e tecnologia (C&T), ou investigação, desenvolvimento e inovação (I&D&I) continuem ainda hoje a ser muitas vezes utilizados de forma imprecisa e difusa (Caraça, 2003), eles estão, no entanto, intimamente ligados aos processos de criação e aplicação do conhecimento (DGEEC, 2018).

No seu último relatório bianual sobre ciência, tecnologia e indústria (OCDE *Scoreboard 2017*), a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) dá uma panorâmica geral de como a transformação digital está a afetar as principais economias mundiais, em matéria de ciência, inovação e economia, e a forma como as pessoas trabalham e vivem (OCDE, 2017). Verifica-se neste relatório que o tema "Sociedade da informação" se refere singelamente ao uso da *internet*, e ao emprego e comércio de bens e serviços em tecnologias de informação e comunicação (TIC), e que "Capital Humano" se resume à compreensão do funcionamento e capacidade de utilização de

computadores e de programas que lhes estão associados. Há falta de outros mais específicos para caracterizar a dimensão imaterial da economia internacional, apresenta-se aqui uma análise dos indicadores usados na comunicação em ciência, tecnologia, inovação e indústria (OCDE, 2017).

De acordo com os resultados apresentados no relatório OCDE *Scoreboard 2017*, podemos constatar que, ainda que o investimento mundial em ciência e tecnologia mantenha um ritmo de crescimento, ele está a ocorrer de forma muito localizada mais a oriente na China, Taipé Chinesa, Coreia e Japão, e mais a Ocidente no Estados Unidos da América, os quais são responsáveis pelo desenvolvimento de 70 a 100% das principais TIC entre 2012 e 2015, e que a sede das 2000 principais empresas de investigação e desenvolvimento (I&D) mundiais estão concentradas nos Estados Unidos, no Japão e na China, e que cerca de 70% dos gastos totais nestas atividades estão concentrados apenas nas 200 maiores empresas. Por outro lado, constata-se ainda que países onde os trabalhadores usam mais as TIC, muitas vezes “empregos não rotineiros” com níveis mais elevados de habilidades cognitivas (alfabetização, resolução de problemas) e sociais (comunicação e criatividade), como na Holanda, Noruega e Nova Zelândia, têm também salários mais elevados, sendo estes também os trabalhadores mais satisfeitos com o seu trabalho, (OCDE, 2017).

A nível europeu, a estratégia do Mercado Único Digital (DSM) visa abrir oportunidades digitais para pessoas e negócios, e reforçar a posição da Europa como líder mundial na economia digital<sup>6</sup>. O Índice de Economia e Sociedade Digital (DESI) resume comparativamente o desempenho da Europa com base em 5 indicadores (Figura 5): a conectividade, o capital intelectual, o uso da internet, a integração da tecnologia digital e a *digitalidade* dos serviços públicos. Neste índice, define-se capital intelectual pela literacia digital, como sendo o uso e conhecimento do funcionamento da tecnologia digital, dos computadores e dos programas informáticos que lhes estão associados (OCDE, 2017).

Neste campo Portugal encontrava-se em 2018 na 16ª posição, entre os 28 países da UE, quando em 2017 ocupava a 15ª, e em 2016 a 14ª, classificando-se entre os países com desempenho médio (CE, 2018). Em termos de emprego,

---

<sup>6</sup> Digital Single Market - <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/76018/3650>, acedido em 01/02/2019.

constata-se que na UE o número de especialistas em TIC tem vindo continuamente a crescer desde 2011, quer em valor absoluto quer em percentagem do emprego global (Figura 6).

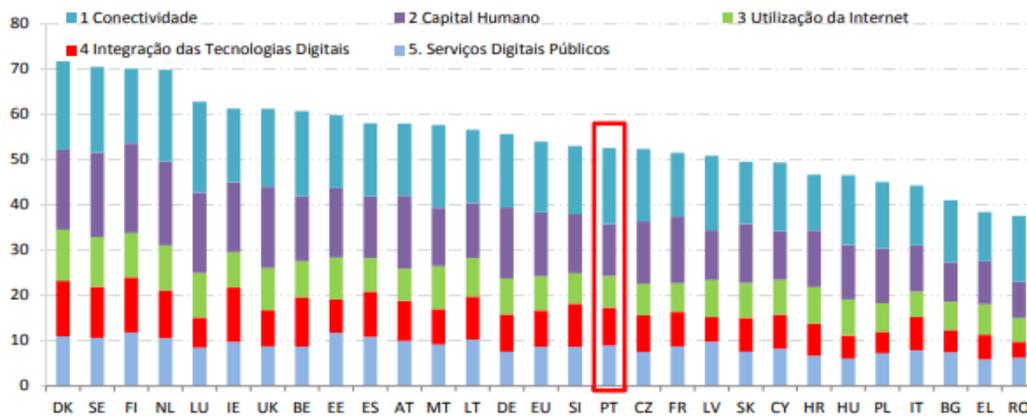


Figura 5: Índice de Economia e Sociedade Digital (DESI), 2018 (CE, 2018).

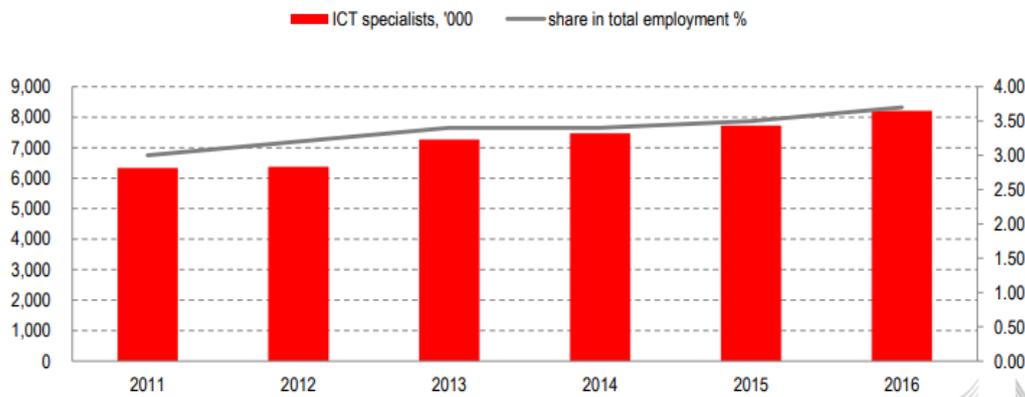


Figura 6: Emprego de especialistas em TIC na UE entre 2011 e 2016 (CE, 2018).

## **O caso Português**

Em Portugal, a monitorização do despenho digital é realizada no âmbito da Agenda Portugal Digital (APD), criada através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 112/2012, de 31 de dezembro, para promover o “alinhamento com os objetivos definidos para o reforço da competitividade e da internacionalização das empresas nacionais, em especial das pequenas e médias empresas, através da inovação e do empreendedorismo qualificado”<sup>7</sup>. Alinhada com as prioridades da Agenda Digital para a Europa e da Estratégia Europa 2020, a APD é composta por seis áreas prioritárias de intervenção<sup>8</sup>:

- i) acesso à banda larga e ao mercado digital;
- ii) investimento em Investigação e Desenvolvimento (I&D) e Inovação;
- iii) melhorar a literacia, qualificação e inclusão digitais;
- iv) combate à fraude e à evasão fiscais, contributivas e prestacionais;
- v) resposta aos desafios sociais;
- vi) empreendedorismo e internacionalização do setor das TIC.

Neste campo, os trabalhos nas áreas de “Investimento em I&D e Inovação” e “Melhorar a literacia, qualificações e inclusão digitais” estão a ser coordenados pela Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT). No seu relatório de diagnóstico do Sistema de Investigação e Inovação nacional, constata-se que embora Portugal tenha divergido da média europeia em matéria de ciência e tecnologia desde o início da década de 2000, em 2013 mantinha-se estabilizado, no entanto, o esforço ao nível da afetação de recursos (FCT, 2013):

- i) um terço das despesas em I&D concentra-se apenas em duas áreas: “Engenharia eletrotécnica, eletrónica e informática” e “Ciências da computação e da informação”;
- ii) a “Engenharia eletrotécnica, eletrónica e informática” é a área científica que mobiliza a maior parte da despesa em I&D, com cerca de 20%, seguida pela das “Ciências da computação e da informação” com cerca de 10% da despesa total;

---

<sup>7</sup> APD - <http://www.portugaldigital.pt/objetivos/>, acedido em: 02/02/2019.

<sup>8</sup> FCT - <https://www.fct.pt/dsi/agendaportugaldigital/index.phtml.pt>, acedido em 02/02/2019.

- iii) a despesa em I&D tem essencialmente objetivos socioeconómicos, nomeadamente a “Promoção da Produtividade e das Tecnologias Industriais” com 24%, “Transportes, Telecomunicações e outras Infraestruturas” com 19%, e “Saúde” com 13% da despesa total.

Atualmente, e de acordo com os dados publicados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) em termos de “Inovação e conhecimento”<sup>9</sup>, podemos observar que, embora se note uma (ligeira) tendência de crescimento no número de investigadoras e investigadores (equivalente a tempo integral - ETI) em organizações com atividades de investigação e desenvolvimento, com mais 3536 lugares relativamente a 2013, verifica-se, no entanto, uma quebra de 6,14% no número de empregos neste setor, relativamente aos valores de 2011 (Figura 7). Note-se que desde 2013, e devido à revisão das carreiras de pessoal em I&D, este indicador passou a representar as categorias de investigador, técnico e outro pessoal de apoio, em vez de ser definido exclusivamente pelo nível de qualificação académica, resultando assim num aumento do número de efetivos nas categorias de técnico e outro pessoal de apoio em I&D, em detrimento do número de investigadores (INE, 2019).

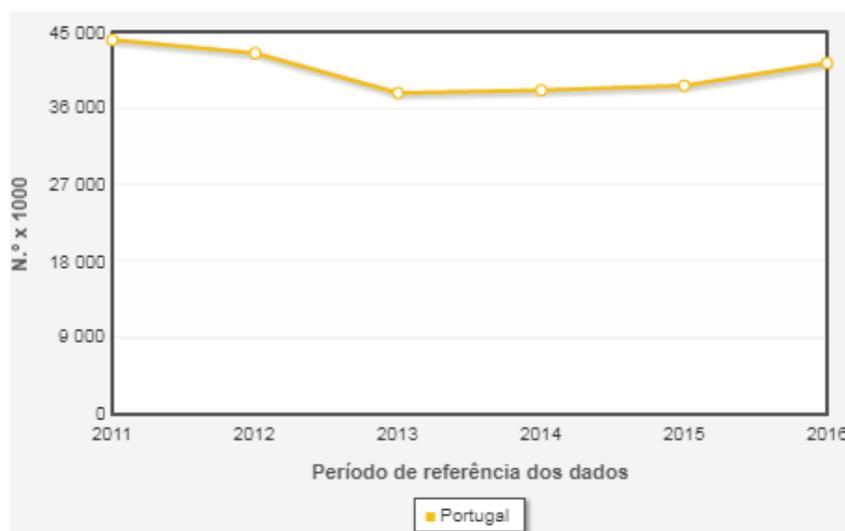
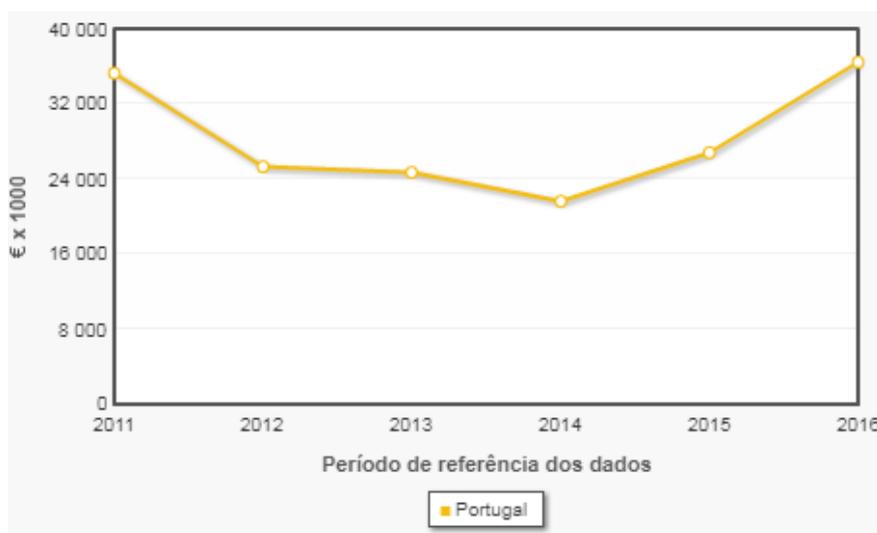


Figura 7: Investigadoras/es equivalente a tempo integral (INE, 2019).

<sup>9</sup> INE - [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_princindic](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_princindic), acedido em: 03/02/2019.

No que se refere à despesa em investigação e desenvolvimento (I&D) executada pelo Estado, ensino superior e outras instituições privadas sem fins lucrativos financiadas por fundos de empresas nacionais e estrangeiras, constata-se uma tendência de crescimento desde 2014, recuperando até da quebra verificada desde 2011 até esse ano, atingindo-se os 36 444 600€ em 2016 (Figura 8). Sublinha-se, no entanto, que em 2013 algumas Instituições Privadas sem fins Lucrativos foram reclassificadas no sector do Ensino Superior (INE, 2019). Note-se ainda que em 2016, os dados da rubrica "Outras despesas correntes" refletem uma reafectação das despesas com pessoal externo em atividades de I&D anteriormente na rubrica "Despesas com pessoal", não afetando, no entanto, a comparabilidade anual da despesa total em I&D neste setor (INE, 2019).



*Figura 8: Despesa em investigação e desenvolvimento (I&D) executada pelo Estado, ensino superior e instituições privadas sem fins lucrativos (INE, 2019).*

Quanto ao esforço financeiro, em termos de percentagem do produto interno bruto (%PIB), o que se vem verificando é uma relativa estabilidade deste indicador desde 2013, registando-se 1,29% do PIB no ano de 2016 (Figura 9). De acordo com os resultados do Inquérito Comunitário à Inovação (CIS), as atividades de inovação realizadas pelas empresas portuguesas no período de

2014 a 2016 atingiram os 3091,7 milhões de euros, distribuídos pela aquisição de maquinaria, equipamento, *software* e edifícios (55,1%), atividades de I&D realizadas dentro da empresa (30,4%), a aquisição externa de I&D (6,0%), aquisição de conhecimento existente noutras empresas ou instituições (1,3%) e outras atividades de inovação (7,2%) (DGEEC, 2018). Sublinha-se neste campo que a Área Metropolitana de Lisboa (AML) representa 39,95% desta despesa e a região Norte 36,90%, seguindo-se a região Centro com 19,14% da despesa global em inovação.

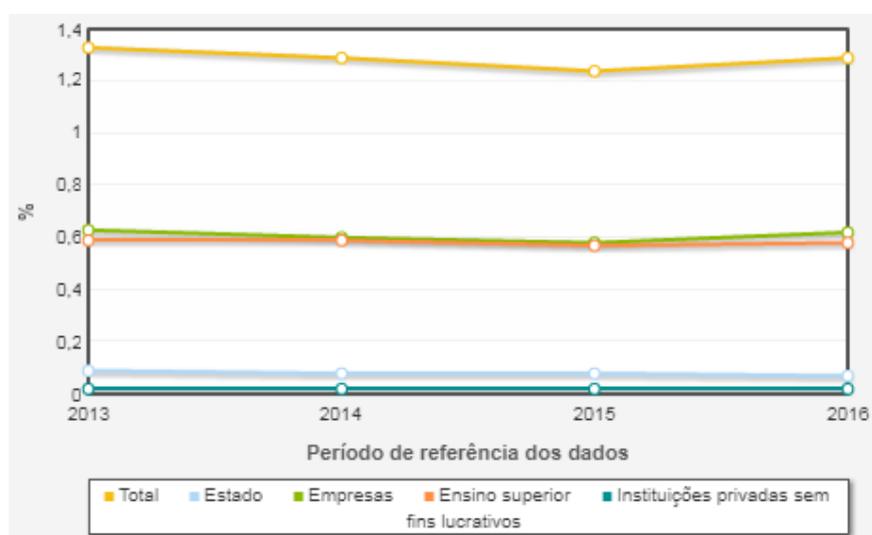


Figura 9: Proporção da despesa em investigação e desenvolvimento (I&D) no PIB (%) por Sector de execução (INE, 2019).

Diz Caraça (2003, p. 84) que “o esforço que cada país dedica às atividades científicas e tecnológicas representa não só o que nesse país se faz para a inovação do seu sistema produtivo no curto e médio prazo, mas também a capacidade de lançar as bases da competitividade das suas indústrias no horizonte do longo prazo.” Face aos resultados recentes da economia portuguesa, e embora se vislumbrem alguns sinais de retoma em atividades de I&D&I, essencialmente ao nível dos recursos, constata-se, no entanto, que há ainda um caminho a percorrer, de forma a aproximar Portugal da linha da frente da economia digital na Europa.



### 3. Método de investigação

Este trabalho segue uma abordagem exploratória, hipotético-dedutiva, (Quivy & Campenhoudt, 2008) aplicada (Carmo & Ferreira, 2008; Eco, 2011) ao estudo do capital intelectual humano (CIH) adquirido nos cursos de 1º ciclo do ISEL. A investigação empírica baseia-se nos dados recolhidos através de inquérito por questionário, construído a partir do trabalho desenvolvido por Bontis para o estudo do impacte do capital intelectual (CI), nas suas três vertentes, no desempenho das empresas (Bontis, 1998). Procura-se neste trabalho desenvolver um modelo de medição do CIH, adequado às melhores práticas organizacionais para a gestão do conhecimento (Figura 10).

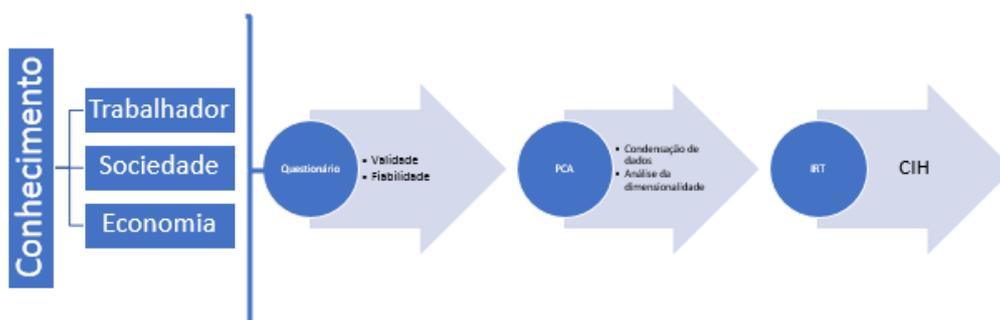


Figura 10: Modelo de análise.

Como vimos, o CIH é uma variável latente (Marcoulides & Moustaki, 2002), que não pode ser diretamente observada. Sabe-se, no entanto, ser possível fazer a sua avaliação, através de um conjunto de outras variáveis diretamente observáveis, ditas *variáveis manifestas* (Wilson & Gochyev, 2013), mensuráveis, por exemplo, por questões colocadas em questionário (Schumacker & Lomax, 2016). Neste campo, o conceito de medida ganha especial importância no estudo do comportamento humano (Nunnally & Bernstein, 1994), onde a aplicação de um questionário para a análise de uma variável latente requer, antes de mais, a verificação da sua adequabilidade e legitimidade, em termos de validade e fiabilidade, para medir aquilo a que se

propõe (Hill & Hill, 2016). Pasquali argumenta (2017, p. 158) que a validade se relaciona com a congruência entre o traço latente (a propriedade empírica) e a sua representação física (o comportamento demonstrado). Por seu lado, a fiabilidade define-se pela sua capacidade para quando aplicado aos mesmos casos em repetidas medições produzir resultados idênticos (Nunnally & Bernstein, 1994). Neste trabalho, a validação do questionário sustenta-se na verificação da sua capacidade para medir sem erros o CIH.

No campo das ciências sociais, a Teoria de Resposta ao Item (TRI) tem vindo a demonstrar a sua importância na avaliação propriedades não diretamente observáveis (variáveis latentes) (Nunnally & Bernstein, 1994). Na TRI, os parâmetros dos itens são independentes do nível de habilidade do inquirido, assim como a habilidade é invariante dos itens aplicados (Baker, 2001), postulando-se que a probabilidade de resposta a um item particular é determinada unicamente pela habilidade do indivíduo (Andrade, Tavares & Valle, 2000). Esta técnica permite a categorização de indivíduos para uma qualquer habilidade, assim como a comparação entre populações (amostras) diferentes ou entre indivíduos de uma mesma população, ou ainda a análise temporal dessa habilidade (Andrade, Tavares & Valle, 2000). A análise do CIH é realizada pelo modelo de resposta graduada (MRG) da TRI (Samejima, 1997).

Por limitações de tempo e de espaço próprios deste tipo de trabalho, não são exploradas outras abordagens para o estudo do CIH, como são, por exemplo, a análise de indicadores de desempenho (Colauto & Beuren, 2005), ou o desenvolvimento de modelos SEM (*structural equation modeling*) dos fatores teóricos subjacentes aos objetivos do presente trabalho (Schumacker & Lomax, 2010). Para o tratamento estatístico dos dados recorreu-se a funções próprias das aplicações Microsoft-Excel®, R (versão 3.5.3)<sup>10</sup> e R-Studio<sup>11</sup>. R é uma linguagem de programação em código aberto (*open source*) desenvolvida para o tratamento estatístico e representação gráfica de dados (Venables & Smith, 2018). R-Studio é uma interface para a representação gráfica do R (Verzani, 2011). Apresentam-se em Anexo III: DM\_AB\_Conhecimento, os ficheiros resultantes da aplicação em R deste trabalho de investigação.

---

<sup>10</sup> Disponível em: <https://www.R-project.org/>

<sup>11</sup> Disponível em: <https://www.rstudio.com/>

### 3.1. Recolha de dados

Os meios de recolha de dados mais usados são a entrevista, a observação e o questionário (Freixo, 2012). Embora os meios de recolha direta, como a entrevista e a observação, produzam informação mais rica (Carmo & Ferreira, 2008), porque permitem uma avaliação subjetiva do sujeito, do que se diz e como se diz, por constrangimentos de tempo próprios deste trabalho, a recolha de dados empíricos é efetuada por meio de inquérito por questionário. Este método apresenta como principal vantagem a possibilidade de consulta de um grande número de fontes, com maior economia de tempo e esforço, mostrando-se adequado à recolha de dados empíricos em populações com elevada formação académica (Hill & Hill, 2016). Para a realização do inquérito neste trabalho foi elaborada uma carta de apresentação ao questionário, que explica o âmbito e os objetivos do trabalho (Anexo I: Carta de apresentação v2). Para maior facilidade na interpretação dos itens colocados em questionário, foi elaborada uma Tabela de itens (Anexo I: Tabela de itens CIH).

#### 3.1.1. *Inquérito por questionário*

A boa qualidade do questionário é fundamental para garantir a boa qualidade dos dados recolhidos (Hill & Hill, 2016); dados pobres produzem resultados pobres. Para isso, é recomendável que a construção de qualquer questionário obedeça a um conjunto de regras e princípios coerente e já anteriormente testado com sucesso (*ver p.ex.* Carmo & Ferreira, 2008; Freixo, 2012; Hill & Hill, 2016). O questionário aplicado neste trabalho (Anexo I: Questionário CIH v2) para a recolha de dados primários foi desenvolvido a partir do original de Bontis (1998), onde todas as questões estão orientadas para a descrição das componentes do CIH, o que o torna adequado para trabalhos de natureza quantitativa (Drasgow *et al.*, 1995).

Porém, quando o universo de trabalho é por natureza distinto daquele para o qual o questionário foi desenhado, deverá ser considerada a realização de um

estudo preliminar, de forma a verificar a sua adequabilidade ao novo universo agora em estudo, quer pela relevância quer pela clareza das questões colocadas (Nunnally & Bernstein, 1994). De acordo com o método proposto por Hill e Hill (2016, p. 74), este estudo preliminar desenrola-se em 2 fases:

- 1) Parecer de perito,
- 2) Pré-teste.

O questionário é inicialmente sujeito à opinião de perito(s), de forma a fazer-se uma avaliação da relevância das questões colocadas para os objetivos propostos. Numa segunda fase, o questionário é testado com uma amostra de pequena dimensão (aprox. 50 casos), representativa do universo em estudo, devendo ser aplicado separadamente a grupos de 5 a 6 elementos, na presença do investigador, que explica a razão e os objetivos do trabalho. Após a conclusão do inquérito, são discutidas eventuais dificuldades sentidas na resposta às questões colocadas, e ouvidas sugestões de melhoria. Finalmente, faz-se a análise das respostas obtidas, quanto à existência de não respostas e à distribuição das questões colocadas, concluindo-se quanto à adequabilidade do questionário ao universo alvo (Hill & Hill, 2016).

A exploração dos dados para a caracterização da amostra torna-se relevante, tendo em vista a sua posterior discussão noutros universos em que o questionário venha a ser replicado, perspetivando-se a definição de medidas de controlo experimental (Nunnally & Bernstein, 1994). A informação para o estudo do CIH é recolhida por meio de questões dirigidas aos inquiridos, obtendo-se desta forma uma medida da sua atitude individual relativamente aos conceitos apresentados (Pasquali, 2017). O questionário aplicado para o estudo do CIH encontra-se dividido em duas partes:

- 1) 4 questões para descrição dos casos estudados (idade, curso, experiência profissional e setor de atividade), e
- 2) 20 questões para a medição do CIH adquirido; note-se que seis (6) destas questões (CH2/5/13/14/15/19) encontram-se em ordem inversa.

As questões colocadas são do tipo fechado em escala ordinal de Likert (Barbetta, 2010), agrupadas em sete (7) respostas alternativas (de 1-*Discordo completamente* a 7-*Concordo plenamente*), onde o inquirido é chamado a dar o grau de concordância pessoal relativamente à questão colocada (Nunnally & Bernstein, 1994), sendo este formato adequado a estudos de habilidades (Araújo *et al.*, 2019). Perguntas fechadas, embora produzam respostas pobres ou simplistas, apresentam maior facilidade de aplicação de ferramentas estatísticas, e a análise de dados em conjunto (Hill & Hill, 2016). Recorre-se neste trabalho à utilização de conjuntos alargados de respostas alternativas ímpares, como forma de contrariar eventual tendência conservadora por parte dos inquiridos (Hill & Hill, 2016). Por outro lado, um maior número de categorias de resposta, adequados a universos de habilitações literárias mais elevadas, fornece uma maior extensão da variável latente em estudo (Vargas, 2007).

### 3.1.2. *Constituição da amostra*

Designa-se por *população* o conjunto de todos os casos que evidenciam uma qualquer característica (parâmetro) que se procura estudar (DeCoursey, 2003). Na impossibilidade prática de se conhecer a totalidade dos casos em estudo, essa característica pode ser observada num grupo mais reduzido de casos (amostra), selecionados por um processo estatístico adequado (amostragem aleatória), e a partir do qual se fará a extrapolação (inferência estatística) para a população (Hill & Hill, 2016). Para a constituição de uma amostra estatisticamente representativa deste universo, duas abordagens poderão ser seguidas, que passam por *i*) limitar as fronteiras do universo, permitindo a recolha de informação para todos os casos considerados, ou, *ii*) usar um método formal de amostragem (Hill & Hill, 2016).

De entre os métodos formais de amostragem descritos na literatura, distinguem-se os métodos probabilísticos (amostragem casual ou aleatória), e os métodos não probabilísticos (amostragem não casual). Hill e Hill (2016, p. 45) defendem neste campo que os métodos de amostragem casual permitem maior representatividade da amostra, e a possibilidade de estimação do grau de confiança da extrapolação para a população. Os métodos de amostragem casual mais utilizados são:

- 1) Amostragem aleatória simples,
- 2) Amostragem aleatória sistemática,
- 3) Amostragem por clusters (grupos), e
- 4) Amostragem estratificada.

Porém quer a amostragem aleatória simples, quer a amostragem sistemática, apresentam limitações práticas que prejudicam a representatividade da amostra (Hill & Hill, 2016). O método de amostragem por clusters consiste em fazer-se a extração aleatória de uma amostra em universos onde os casos se encontram já naturalmente agrupados (Hill & Hill, 2016), utilizando-se todos os casos dentro dos grupos amostrados (Reis *et al.*, 2016). No entanto, de modo a assegurar a representatividade da amostra recolhida, é fundamental que os grupos amostrados sejam semelhantes (Hill & Hill, 2016). A amostragem estratificada consiste em fazer-se uma amostra aleatória em universos caracterizados por diferentes variáveis (estrato), desde que assegurada à partida a representatividade da amostra recolhida (Hill & Hill, 2016). Este método apresenta como principais vantagens a economia de tempo e esforços no processo de amostragem de universos extensos (Hill & Hill, 2016), produzindo também resultados com menor probabilidade de erro (Reis *et al.*, 2016).

Um dos principais problemas com a recolha de dados por questionário prende-se com a ocorrência de lacunas de informação, que acontecem quando o inquirido opta por não responder, ou é dada uma resposta inválida para os objetivos do trabalho (Carmo & Ferreira, 2008), fazendo com que o número de inquéritos válidos seja por vezes inferior ao número de inquiridos, e que Hill e Hill (2016, p. 51) designam por “amostras reduzidas”. Lacunas de informação podem pôr em risco a representatividade da amostra de trabalho para a população em estudo, trazendo, no entanto, maiores problemas no caso de se usar um método de amostragem aleatório (Hill & Hill, 2016).

### 3.1.3. Dimensão da amostra

Um aspeto fundamental em qualquer processo de investigação prende-se com a determinação da dimensão da amostra de trabalho (DeCoursey, 2003). Sendo este passo tão importante quanto complexo (Lenth, 2001), a determinação da dimensão da amostra requer planeamento e ponderação (Cochran, 1977), devendo acautelar-se os aspetos relativos *i)* às características da população em estudo (variáveis contínuas, ordinais ou categóricas), *ii)* aos objetivos propostos para o estudo (a avaliação de proporções ou de variâncias), *iii)* ao processo de amostragem e *iv)* às ferramentas estatísticas a aplicar (Barbetta, 2010).

Sabendo-se que amostras maiores apresentam menores erros de amostragem (Nunnally & Bernstein, 1994), a sua dimensão deve ser baseada numa avaliação de custo-benefício (Lenth, 2001), para assegurar a sua representatividade e a robustez necessária para suportar o tratamento estatístico, sem, no entanto, pôr em causa a conclusão do projeto. As abordagens mais comuns para a determinação da dimensão da amostra são *i)* por regras heurísticas (*thumb rules*) ou, *ii)* por métodos estatísticos (Hill & Hill, 2016).

Um método expedito para o cálculo do tamanho mínimo de uma amostra simples, consiste na aplicação da Equação 1 (Barbetta, 2010):

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2} \quad (1)$$

Onde:

$n_0$  – aproximação ao tamanho da amostra,

$E_0$  – erro amostral aceitável.

Conhecendo o tamanho da população em estudo ( $N$ ), é possível corrigir a fórmula anterior com a Equação 2 (Barbetta, 2010):

$$n = \frac{N.n_0}{N + n_0} \quad (2)$$

Onde:

$N$  – dimensão da população,

$n$  – dimensão da amostra.

Outro método comumente utilizado para o cálculo da dimensão da amostra de trabalho baseia-se na teoria estatística (Hill & Hill, 2016). Para uma amostra simples, onde a estatística de teste (trabalho) é o coeficiente de correlação ( $r$ ), é testada a hipótese nula afirmando-se que  $r$  é zero, ou seja, que o efeito de cada variável sobre a outra é nulo ( $H_0: r = 0$ ). A utilização do teste de hipóteses para o cálculo da dimensão da amostra, envolve a definição dos critérios (Cohen, 1988):

- 1 – O efeito mensurável ( $r$ ),
- 2 – A potência do teste, e
- 3 – O nível de significância ( $\alpha$ ).

O efeito mensurável (*effect size*) define-se pelo grau em que o aspeto estudado ( $r$ ) está presente na amostra (Cohen, 1988). Note-se que o coeficiente  $r$  é normalmente pequeno em ciências sociais, sendo comum, na ausência de outras referências, usar-se o valor médio de 0,3 (Hill & Hill, 2016). Por seu lado, a potência do teste, que aumenta com a dimensão da amostra, refere-se à probabilidade do teste detetar o efeito em estudo (Lenth, 2001). O valor de referência normalmente utilizado para definir este critério é de 0,80 (Cohen, 1988), sendo razoável em estudos sociais usar valores entre 0,55 e 0,70 (Hill & Hill, 2016). O critério de significância ( $\alpha$ ) representa o risco de rejeitar incorretamente  $H_0$ . Também designado por erro tipo 1,  $\alpha$  assume normalmente valores entre 0,01 e 0,05 (Cohen, 1988).

No entanto, em trabalhos baseados em questionário, onde as condições de controlo experimental são, por vezes, reduzidas, é aceitável trabalhar-se com  $\alpha = 0,10$  (Hill & Hill, 2016). Sublinha-se ainda que, quanto menor a significância, menor é a sensibilidade do método para detetar o aspeto estudado, logo menor é também o poder do teste (Cohen, 1988). Por outro lado, ao reduzir-se a sensibilidade do teste ao efeito, está-se simultaneamente a aumentar significativamente a dimensão da amostra (Lenth, 2001). A partir da Tabela 2 (Cohen, 1988), pode-se determinar a dimensão da amostra a partir de diversos valores de  $r$  e diferentes graus de poder do teste para  $\alpha = 0,01$ .

Tabela 2: Dimensão da amostra (Cohen, 1988)

Power	$\alpha_1 = .01$ ( $\alpha_2 = .02$ )								
	$r$								
	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90
.25	274	69	31	18	12	9	7	5	4
.50	541	135	59	31	20	14	10	7	5
.60	664	165	72	39	24	16	11	8	6
2/3	758	188	82	44	28	18	13	9	6
.70	810	201	88	48	29	19	13	9	6
.75	897	222	97	53	32	21	14	10	7
.80	1000	247	108	59	36	23	16	11	7
.85	1126	278	121	66	40	26	17	12	8
.90	1296	320	139	76	45	29	20	13	8
.95	1570	387	168	91	55	35	23	16	10
.99	2153	530	229	124	75	47	31	20	13

## 3.2. Tratamento de dados

A verificação da legitimidade do teste para medir o CIH, *i.e.*, que as perguntas colocadas medem de facto a variável latente que se procura analisar, é feita por análise da validade e fiabilidade (Nunnally & Bernstein, 1994), essencial para o teste das hipóteses de investigação colocadas, dando assim resposta aos pressupostos do problema em estudo (Freixo, 2012). A medição do CIH é efetuada com recurso ao modelo de resposta graduada (MRG) de Samejima (1997) da teoria de resposta ao item (TRI). A TRI foca-se na análise das respostas particulares obtidas para cada item colocado em questionário (Nunnally & Bernstein, 1994), estabelecendo-se uma relação teórica entre a propriedade empírica e o comportamento demonstrado (Pasqualli, 2017).

### 3.2.1. Análise da validade

Diz-se que uma medida tem validade se medir de facto a variável que se propõe medir (Hill & Hill, 2016), o que para Maroco e Garcia-Marques (2006, p. 67) significa que o instrumento de medida não se encontra afetado de erros sistemáticos. Popp (1975, p. 3) alerta para que não nos deixemos distrair pela diferente terminologia utilizada em função do contexto, sendo frequente encontrar no campo da psicometria o termo *construto* para designar uma propriedade da população em estudo. Nunnally e Bernstein (1994, p. 83) defendem que, para demonstrar a sua validade científica, um instrumento de medida deverá cumprir três critérios, sem o que corre o risco de se tornar inútil para os objetivos propostos:

- 1) Validade preditiva – correlação entre os padrões do comportamento observado e estimado (exterior ao processo de medida),
- 2) Validade do conteúdo – representatividade do conjunto de itens utilizados para descrever a variável latente em estudo, e
- 3) Validade teórica – suporte teórico que define quer a variável latente em estudo (construto), quer o próprio método de medida.

A validade preditiva prende-se com a capacidade efetiva do teste para medir a variável latente em estudo (Nunnally & Bernstein, 1994). A validade preditiva é demonstrada pelo coeficiente de correlação entre os resultados obtidos pelo inquirido em teste e o desempenho demonstrado, por exemplo, através de uma medida da habilidade em estudo em contexto real, que permita a comparação estatística de resultados (Hill & Hill, 2016). Num processo de validação do instrumento de medida, a verificação da validade preditiva pode ser efetuada na fase de pré-teste do questionário (validade prática), no momento da sua aplicação, recolhendo-se informação própria do inquirido, obtida, por exemplo, através de um professor ou gestor que o conheça ou que com ele tenha já trabalhado (Hill & Hill, 2016).

No que se refere à validade de conteúdo, sabendo-se que qualquer variável latente pode ser descrita por um sistema de variáveis manifestas (Pasqualli, 2017), sendo cada uma, por sua vez, definida por um conjunto de itens em questionário (Hill & Hill, 2016), diz-se que um teste possui validade de conteúdo quando os itens que o formam constituem uma representação completa da variável em análise. Neste trabalho, considera-se que o questionário de Bontis (1998), já aplicado em diferentes contextos e realidades com resultados efetivos, apresenta validade de conteúdo para o estudo do CIH.

Relativamente à validade teórica, afirma Pasquali (2017, p. 44), que a medição de um atributo empírico se fundamenta no suporte teórico que a legitima, estabelecendo-se assim uma relação entre uma dimensão abstrata (o traço latente) e o 'mundo real' (medição indireta por teoria). A validade teórica de um teste pode ser verificada, nomeadamente, pela identificação das variáveis manifestas que descrevem a variável latente em análise (validade convergente), obtidas por meio de uma técnica de condensação de dados (Hill & Hill, 2016). Torna-se desta forma possível a caracterização da estrutura interna dos dados de partida e a avaliação da coerência do teste para com o traço latente em análise (Nunnally & Bernstein, 1994). Outras formas de validação teórica passam pela análise da correlação da variável em estudo com outras variáveis não teoricamente relacionadas (validade discriminante), ou pela determinação dos fatores comuns às variáveis de estudo (validade fatorial) (Hill & Hill, 2016).

### 3.2.2. Análise da fiabilidade

A medida de uma variável diz-se fiável se for consistente (Pasqualli, 2017). Para Linden e Hambleton (1997, p. 1), a aplicação de testes para a avaliação de traços psicológicos assemelha-se a uma sucessão de pequenas experiências individuais, traduzidas em itens, cujas leituras, as respostas obtidas em questionário, permitem inferir o resultado final. Como se compreende, não há uma única razão psicológica (traço latente) por detrás das nossas atitudes ou desempenho (Andrade, Tavares & Valle, 2000), pelo que a potencial incapacidade do teste para medir isoladamente um único traço latente, torna-o suscetível a erros experimentais, vulgarmente designados *ruído de fundo* ou *variáveis erro* (Linden & Hambleton, 1997).

Por outro lado, a investigação por questionário é essencialmente um processo por amostragem (Hill & Hill, 2016), e, como todos os métodos que utilizam uma amostra em representação da população, ela está sujeita a erros que afetam a fiabilidade (Nunnally & Bernstein, 1994). Para Hill e Hill (2016, p. 143) estes erros (amostrais) resultam das características individuais próprias do conjunto dos inquiridos (e.g. personalidade, cultura), mas também (erros da medição) do momento em que o questionário é aplicado e está a ser respondido, e dos fatores que afetam o desempenho e o discernimento dos inquiridos (e.g. experiência, fadiga e expectativas). Assim, qualquer valor observado ( $V_{obs}$ ), corresponde ao valor medido ( $V_{med}$ ) afetado de um erro ( $E$ ), que Hill e Hill (2016, p. 144) representam por (Equação 3):

$$V_{obs} = V_{med} + E \quad (3)$$

O estudo dos erros ganha especial importância em ciências sociais, e na medição de traços latentes em particular, por poderem afetar significativamente os resultados obtidos (Linden & Hambleton, 1997). Sendo estes erros essencialmente aleatórios (Maroco & Garcia-Marques, 2006), eles afetam as relações de significância das variáveis em estudo de forma não imediatamente discernível. Para além das componentes de erro próprias dos itens, ou do teste

em si, dois outros fatores são particularmente importantes para a magnitude do erro, que são a variabilidade da amostra e a extensão do teste (Nunnally & Bernstein, 1994). No que se refere à extensão do teste, Hill e Hill (2016, p. 163) sublinham que não há um número ótimo, ou mínimo, de questões a colocar, devendo este ser equilibrado, entre a clareza e o tamanho do questionário.

A fiabilidade de um teste pode ser estimada através de dois métodos estatísticos, vulgarmente designados técnicas *alfa*, nomeadamente por análise da correlação ou, por análise da variância (Pasqualli, 2017). O modelo mais comum utilizado na estimação da fiabilidade de um teste, aplicado a uma única amostra, é o coeficiente alfa ( $\alpha$ ) de Cronbach (Pasqualli, 2017), sendo aceitáveis valores de  $\alpha$  iguais ou superiores a 0,7 para a demonstração da consistência interna dos itens (Nunnally & Bernstein, 1994). Baseando-se no pressuposto de que uma menor variabilidade produz erros menores, logo é mais fiável, o que este método faz é avaliar a consistência interna do teste através da análise da variância item a item, identificando desta forma o contributo de cada para a fiabilidade do teste (Pasqualli, 2017). O coeficiente  $\alpha$  de Cronbach é dado por (Equação 4):

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_{\text{amostra}}^2} \right) \quad (4)$$

Onde:

$K$  é o n.º de itens,

$\sum_{i=1}^k S_i^2$  é a soma das variâncias dos  $k$  itens, e

$S_{\text{amostra}}^2$  é a variância total dos resultados do teste.

Note-se que, como em qualquer método baseado numa amostra, não é possível alcançar-se um resultado absoluto, pelo que o coeficiente  $\alpha$  calculado é sempre uma estimativa da fiabilidade (Hill & Hill, 2016), sabendo-se que o coeficiente  $\alpha$  de Cronbach é afetado quer pela variabilidade, e pelo número dos itens, quer

pela distribuição dos dados. Por outro lado, Carmo e Ferreira (2008, p. 156) defendem que “questões objetivas são mais fiáveis que questões subjetivas”.

Este método é também muitas vezes utilizado para a seleção de itens (Maroco & Garcia-Marques, 2006). Conhecendo o contributo individual de cada item para a magnitude do erro, eliminam-se aqueles com um maior contributo relativo, por exemplo  $\alpha < 0,8$ . (Hill & Hill, 2016). No entanto, e porque a baixa fiabilidade não é a principal razão de uma baixa validade (Nunnally & Bernstein, 1994), Samejima (1994, *in* Linden & Hambleton, 1997, p. 97) adverte que baixos coeficientes de  $\alpha$  não deverão ser justificação única para a eliminação de itens, pois estes itens podem ser precisamente aqueles com maior relevância específica para o significado empírico da habilidade em estudo (Jarvis, Mackenzie & Podsakoff, 2003), sendo sempre preferível atuar ao nível do controlo experimental, quer através da dimensão da amostra, quer das condições do momento em que o teste é aplicado, para a minimização do erro (Nunnally & Bernstein, 1994).

### 3.2.3. Teoria de resposta ao item (TRI)

De forma genérica, TRI designa um tipo de modelos matemáticos, que associam uma habilidade a um determinado comportamento (Andrade, Tavares & Valle, 2000). Os primeiros modelos de TRI baseavam-se na função distribuição da normal, aplicados à análise de itens dicotómicos em populações unidimensionais (Linden & Hambleton, 1997), e só mais tarde, para maior facilidade matemática, foi introduzida a função logística, sem a integração dos dados (Braga, 2015).

Os modelos de TRI para a análise de itens dicotómicos (do tipo sim ou não), ou dicotomizados (resultantes por exemplo de respostas abertas), definem-se pelos parâmetros de discriminação (**a**), de dificuldade (**b**), e de acerto ao acaso (**c**) (Andrade, Tavares & Valle, 2000). O modelo dicotómico mais utilizado para o estudo de uma população é o modelo logístico (ML) 3, definido pelos parâmetros **a**, **b** e **c**. Os outros modelos são o ML2 (parâmetros **a** e **b**) e o ML1 (parâmetro **a**), também vulgarmente conhecido por modelo Rasch, em homenagem ao seu autor (Linden, 2010).

A aplicação destes modelos logísticos (ML3, ML2 e ML1), pressupõe *i*) a unidimensionalidade dos dados, sendo para isso suficiente considerar haver um fator dominante comum a todos os itens que descreva a variável latente em análise (Bortolotti *et al.*, 2012), e *ii*) a independência local (ou independência condicional), *i.e.*, que a resposta a um qualquer item é unicamente determinada pela habilidade do indivíduo, e não afeta nem é afetada pela resposta a qualquer outro item aplicado para medir essa habilidade (Nunnally & Bernstein, 1994).

Recentemente, novos modelos de TRI têm vindo a ser desenvolvidos, de forma a integrar também itens politómicos, como os modelos de resposta graduada e de créditos parciais (Araújo, Andrade & Bortolotti, 2009), assumindo-se à partida que as categorias de resposta para cada item se encontram previamente ordenadas (Linden, 2010). Embora ambos os modelos admitam a presença de um ou mais aspetos para além da variável de interesse (habilidade), fazendo a adição de outros tantos fatores (dimensões) para descrever os seus efeitos (Linden e Hambleton, 1997), eles diferem, no entanto, na abordagem ao processo de tomada de decisão (Linden, 2010).

Enquanto que o modelo de resposta graduada (MRG) pressupõe que o inquirido ultrapassou sucessivamente cada uma das categorias de resposta (modelo cumulativo) até alcançar aquela que a sua habilidade lhe permite (Linden, 2010), o modelo de créditos parciais (PCM) pressupõe por seu lado que o inquirido analisa sucessivamente cada par de categorias adjacentes e decide por aquela que melhor se adequa à questão colocada (Linden, 2010), assumindo-se à partida que todos os itens possuem igual poder discriminativo (Andrade, Tavares & Valle, 2000). Este modelo foi mais tarde generalizado (GPCM) para uma forma não homogénea, baseada no modelo ML2 (Linden, 2010).

### ***Análise da dimensionalidade***

A recolha de dados por questionário integra frequentemente múltiplas questões para descrever um mesmo aspeto, levando a problemas de redundância (Shlens, 2014). Por outro lado, esses conjuntos de dados são muitas vezes caracterizados por vários atributos distintos (Mishra *et al.*, 2017). Sendo muitas vezes usadas como o primeiro passo do processo de análise (Johnson &

Wichern, 2007), a aplicação de técnicas de condensação de dados promove a remoção destas redundâncias, sem perda significativa de informação, ao mesmo tempo que permite identificar estruturas internas subjacentes aos dados em estudo (Vargas, 2007).

As técnicas de condensação de dados mais utilizadas são a análise de componentes principais (ACP) e a análise fatorial exploratória (AFE). Embora estas duas técnicas sejam frequentemente confundidas, e utilizadas variadíssimas designações, a abordagem metodológica seguida é, no entanto, substancialmente diferente, não havendo ainda consenso quanto à técnica mais adequada a cada caso (Jolliffe, 2002).

Metodologicamente, podemos afirmar que, enquanto a ACP contabiliza a variância individual de cada variável, para todo o sistema de variáveis (Hill & Hill, 2016), a AFE considera apenas as variâncias comuns (Reimann *et al.*, 2008). Pasqualli (2017, p. 289) defende que a verificação da legitimidade da representação de uma variável latente se faça por análise fatorial. Por outro lado, Jolliffe (2002) argumenta que a estrutura teórica subjacente à ACP é por natureza descritiva, e por isso mais adequada para estudos de carácter exploratório, sublinhando, no entanto, ser por vezes necessário um número superior de componentes que fatores, para explicar a variância de um mesmo conjunto de dados.

De forma simplificada, podemos afirmar que a ACP é uma técnica orientada para a maximização da variância explicada (Johnson & Wichern, 2007), que permite revelar estruturas internas de conjuntos de dados complexos, sem impor critérios restritos dos dados de partida (Shlens, 2014). Matematicamente, a ACP traduz-se na transformação linear de um conjunto de  $p$  variáveis, correlacionadas, num conjunto de  $k$  variáveis não correlacionadas, com  $k \ll p$  (Jolliffe, 2002), designadas componentes ou variáveis manifestas (Jarvis, Mackenzie & Podsakoff, 2003). Assim, cada variável manifesta é uma representação da variável latente, pela combinação linear ponderada das variáveis de partida (Reimann *et al.*, 2008), que sucessivamente maximizam a variância não explicada do sistema (Figura 11).

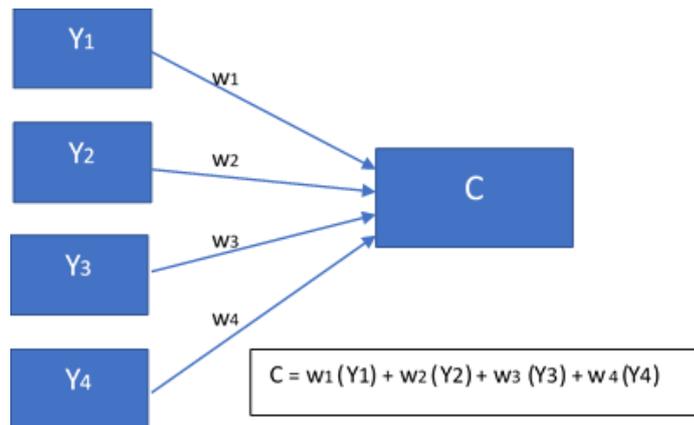


Figura 11: Modelo de análise fatorial 4 itens: 1 componente (Jarvis, Mackenzie & Podsakoff, 2003)

A principal questão metodológica na aplicação desta técnica prende-se com a determinação do número mínimo de componentes a considerar, sem pôr em causa a integridade dos dados de partida (Jolliffe, 2002). No limite, o número de variáveis manifestas pode igualar o número de variáveis de partida, mas, o que se pretende é perceber a estrutura interna dos dados em estudo, traduzida no número menor de variáveis (Shlens, 2014). Diferentes abordagens vêm descritas na literatura para este fim (Elvira, Chainais & Dobigeon, 2017), sendo as mais referidas (Reimann *et al.*, 2008):

- 1) a retenção das componentes que cumulativamente representam uma determinada variância explicada (p.ex. mais de 60% ou 80%),
- 2) a retenção daqueles que individualmente explicam uma determinada variância (p.ex. > 1), ou
- 3) por análise gráfica (*scree-plot*), dependendo a decisão do grau de subjetividade aceitável (Jolliffe, 2002).

Por vezes, não havendo uma identificação clara das componentes a reter (Jolliffe, 2002), podem ser aplicadas técnicas de rotação geométrica dos eixos de projeção dos dados, vinculando-se cada item, predominantemente, a uma única componente (Reimann *et al.*, 2008), sem prejuízo da maximização da variância (Jolliffe, 2002). Os modelos estatísticos de rotação dos dados mais utilizados são *i)* a rotação ortogonal - *Varimax*, e *ii)* a rotação oblíqua - *Promax*.

Enquanto o primeiro modelo maximiza iterativamente a variância das cargas, o segundo faz a projeção dos dados com perda de variância, pelo que se considera que a rotação ortogonal produz resultados mais robustos (Reimann *et al.*, 2008).

No que se refere à matriz a usar, defende Jolliffe (2002, p. 40) que, ainda que as matrizes de covariância e de correlação estejam diretamente relacionadas, elas poderão, no entanto, conduzir a resultados bastante diferentes. Isto porque as variáveis componentes são invariantes em transformações ortogonais, não o sendo necessariamente noutras, pelo que, na análise de populações diferentes, a matriz de correlações produz resultados “mais” comparáveis (Jolliffe, 2002). Por outro lado, a determinação de variáveis componentes baseada na matriz de covariância é sensível a escalas de medida heterogêneas e a conjuntos de variáveis com elevada variância, onde estas tendem a ganhar uma maior expressão relativa (Jolliffe, 2002).

### ***Estimação dos parâmetros do modelo (Calibração)***

Verificada a legitimidade do teste, por avaliação da validade e fiabilidade, e os pressupostos da TRI quanto à dimensionalidade dos dados, o primeiro e mais importante passo na aplicação da TRI é a estimação dos parâmetros do modelo (Baker, 2001), *i.e.*, a determinação da função de resposta da variável latente (Linden, 2010). Este processo é vulgarmente designado na TRI por *calibração* (Baker, 2001). Nesta fase procura-se estimar a habilidade ( $\theta$ ) de cada inquirido, e os parâmetros de discriminação ( $a$ ), dificuldade ( $b$ ) e, quando adequado, de acerto ao acaso ( $c$ ) para cada item particular (Andrade, Tavares & Valle, 2000).

A estimação dos parâmetros da habilidade e dos itens, pode ser efetuada em simultâneo ou de forma faseada, em que os dois conjuntos de parâmetros são determinados em duas etapas distintas (Braga, 2015). Os métodos de estimação mais utilizados são a estimação por máxima verossimilhança (MV), como são os métodos de *expectation-maximization* (EM) e de Newton-Raphson (Mello, 2014), e a estimação Bayesiana (Andrade, Tavares & Valle, 2000). Andrade, Tavares e Valle (2000, p. 51) defendem que no caso da estimação conjunta dos

parâmetros, o método da máxima verossimilhança marginal (MVM) apresenta mais vantagens, nomeadamente no processamento dos dados (Braga, 2015).

O processo de estimação consiste na atribuição de um valor numérico a uma propriedade empírica (teoria da medida), de acordo com um conjunto de regras previamente estabelecidas (Pasquali, 2017), que deverão ainda incluir os critérios para a interpretação dos resultados obtidos (Nunnally & Bernstein, 1994). Uma medida diz-se padronizada, na medida em que essas regras:

- i)* estão claramente definidas,
- ii)* são de aplicação prática,
- iii)* não exigem capacidades especiais de interpretação e,
- iv)* os resultados alcançados são independentes do investigador.

A padronização da medida torna possível avaliar a magnitude de uma habilidade com dados comparáveis e independentes do contexto em que a medição é realizada, tendo ainda como principais vantagens a focalização nos aspetos em estudo, a facilidade de comunicação dos resultados e a generalização científica (Nunnally & Bernstein, 1994). Por outro lado, se uma propriedade é mensurável, ela pode ser representada numa escala (Marcoulides, 2002), desde que assegurada a estrutura matemática dessa escala (Stevens, 1946). Sendo que os parâmetros dos itens e da habilidade em estudo se encontram na mesma unidade (*métrica*), sendo, portanto, comparáveis, torna-se assim possível construir uma escala da variável latente (Andrade, Tavares & Valle, 2000), que relacione a resposta ao item obtida em questionário com a magnitude da habilidade do inquirido (Bortolotti *et al.*, 2012). A escala da habilidade  $\Theta$  é desta forma uma representação numérica do CIH (Carlos, 2016). Um aspeto fundamental das escalas de medida é a chamada ‘posição representacional’, que, sendo uma construção teórica, deve responder a três critérios essenciais (Nunnally & Bernstein, 1994):

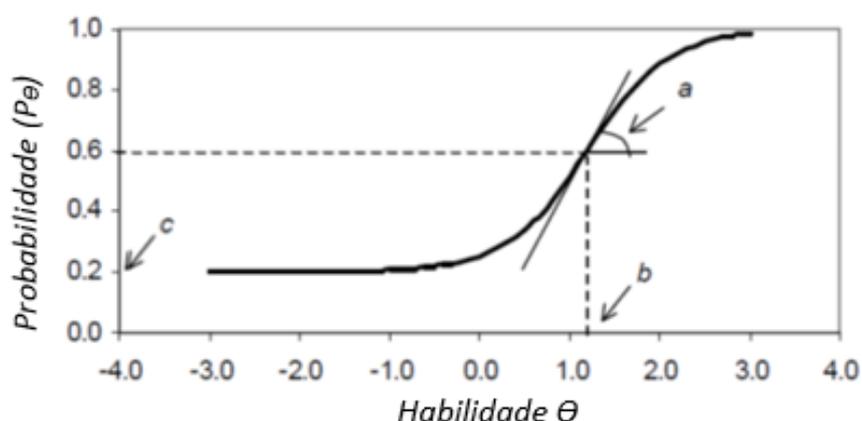
- 1) A realidade empírica da escala de medida;
- 2) A distinção entre medidas diferentes; e
- 3) A abrangência da escala para toda a gama de medidas.

De forma a identificar-se pontos fortes, e pontos fracos, dos inquiridos na habilidade em análise, essa escala pode ser caracterizada por *níveis âncora*, e pelos itens que os definem (Júnior *et al.*, 2015). Estes itens podem ser associados a um resultado, gama de respostas ou a uma área de conhecimento (Wyse, 2017). Andrade, Tavares e Valle (2000, p. 110) defendem que os níveis âncora deverão ser definidos de modo a que os itens que os caracterizam sejam específicos (típicos) do nível de habilidade demonstrado, sugerindo ainda fazer-se uma transformação linear dos parâmetros do modelo, de forma a obter-se assim uma escala de valores inteiros, facilitando a interpretação dos resultados.

Para Beaton e Allen (1992, p. 191), a identificação de níveis âncora pode ser feita por dois métodos, nomeadamente pelo *i)* método direto, ou *ii)* por *alisamento*. O primeiro método baseia-se na definição de critérios empíricos, enquanto que o segundo faz o ajustamento de uma curva ao conjunto de resultados obtidos. Bortolotti *et al.*, (2012, p. 292), defende o primeiro método para a definição de níveis âncora, “considerando dois níveis da habilidade A e B, com  $H_A < H_B$ , para que um item seja típico (item âncora) do nível A, é necessário que seja respondido positivamente por pelo menos 65% dos respondentes com este nível do traço latente e por uma proporção menor do que 50% dos respondentes de um nível de traço latente imediatamente inferior B”, e ainda, “que a diferença entre a proporção de respondentes destes dois níveis consecutivos seja pelo menos de 30%.” Nos modelos de resposta graduada, a caracterização dos níveis âncora da escala de habilidade é feita pela categoria âncora do item (Mafra, 2010).

### **Representação e interpretação gráfica**

A TRI pressupõe que indivíduos com diferentes níveis de habilidade respondem de forma distinta a um mesmo item. Assim, cada indivíduo é caracterizado por um nível de habilidade que o leva a responder com uma determinada probabilidade a um item colocado em questionário (Baker, 2001). O gráfico da Figura 12 representa a curva característica do item (CCI) para um modelo de três parâmetros (ML3), que descreve a relação entre a habilidade ( $\Theta$ ) do inquirido e o desempenho demonstrado através da probabilidade de resposta a esse item ( $P_{\Theta}$ ) (Andrade, Tavares & Valle, 2000).



*Figura 12: Curva Característica do Item - CCI para um modelo de 3 parâmetros (adaptado de: Andrade, Tavares & Valle, 2000)*

A CCI de um modelo ML3 é, como vimos, definida pelos parâmetros de discriminação (**a**), de dificuldade (**b**) e de acerto ao acaso (**c**), onde **a** representa a capacidade discriminativa do item, e **b** o grau de habilidade necessário para uma determinada probabilidade de resposta; observa-se que a uma menor probabilidade, correspondem níveis reduzidos da habilidade em análise (Baker, 2001). O parâmetro **c** representa a probabilidade de acerto ao acaso, *i.e.*, de ser dada uma resposta correta (sim/não), sem que o inquirido detenha o conhecimento adequado (Andrade, Tavares & Valle, 2000).

Neste modelo, baixos valores de  $a$  (menor declive da curva) indicam que dois indivíduos com níveis de habilidade distintos obtêm aproximadamente a mesma probabilidade de resposta, *i.e.*, que o item tem pouca discriminação (Baker, 2001). No limite, um item com discriminação perfeita é representado por uma linha vertical ( $a=+\infty$ ), para uma qualquer dificuldade (Baker, 2001). Normalmente, é suficiente considerar-se que para ser eficiente,  $a$  deverá ser superior a 0,30 (Araújo, 2019). Por seu lado, valores elevados de  $\theta$  correspondem a itens de maior dificuldade (Andrade, Tavares & Valle, 2000). Ao contrário, para um item considerado mais fácil, o parâmetro  $b$  é encontrado para valores mais baixos de  $\theta$ , ficando então o gráfico da CCI mais deslocado para a esquerda da figura (Araújo *et al.*, 2019).

Teoricamente, a escala de habilidade ( $\theta$ ) pode assumir qualquer número real no intervalo  $[-\infty, +\infty]$  (Baker, 2001). Os limites da escala de  $\theta$  podem ser arbitrariamente escolhidos de forma a permitir a clareza na leitura e interpretação dos gráficos (Andrade, Tavares & Valle, 2000), desde que asseguradas à partida as relações de escala (Pasquali, 2017). Torna-se então necessário estabelecer a origem e uma unidade de medida para a definição da escala da variável latente em estudo (padronização). Para isso, normalmente iguala-se a habilidade média ( $\bar{\theta}$ ) a zero, usando o desvio padrão ( $\sigma$ ) como unidade de medida (Andrade, Tavares & Valle, 2000). Observa-se então no caso da Figura 12, que o item apresenta discriminação adequada ( $a \approx 1,7$ ), com dificuldade 1,2  $\sigma$  acima de  $\bar{\theta}$ , sendo a probabilidade de acerto ao acaso de 0,2.

O gráfico da Figura 13 apresenta a CCI de 3 itens distintos. Porque os parâmetros  $b$  e  $\theta$  se encontram na mesma escala, as linhas pontilhadas indicam uma probabilidade de 50% para que seja dada a resposta correta em cada um dos itens representados (Araújo *et al.*, 2019). Por outro lado, sabendo-se que o parâmetro  $a$  é dado pela inclinação da reta tangente da CCI no ponto  $b$ , observa-se que os itens 2 e 3 possuem aproximadamente o mesmo poder de discriminação, enquanto que o item 1 apresenta uma menor capacidade para distinguir indivíduos com diferentes níveis de habilidade para um mesmo grau de dificuldade do item (Araújo *et al.*, 2019). Relativamente à dificuldade  $b$ , observa-

se que o item 3 é o mais difícil do conjunto representado ( $b=2$ ), pois tem a curva que se posiciona mais à direita do gráfico, e que o item 1 é o mais fácil, com  $b$  aproximadamente igual a  $-1.2$  (Araújo *et al.*, 2019).

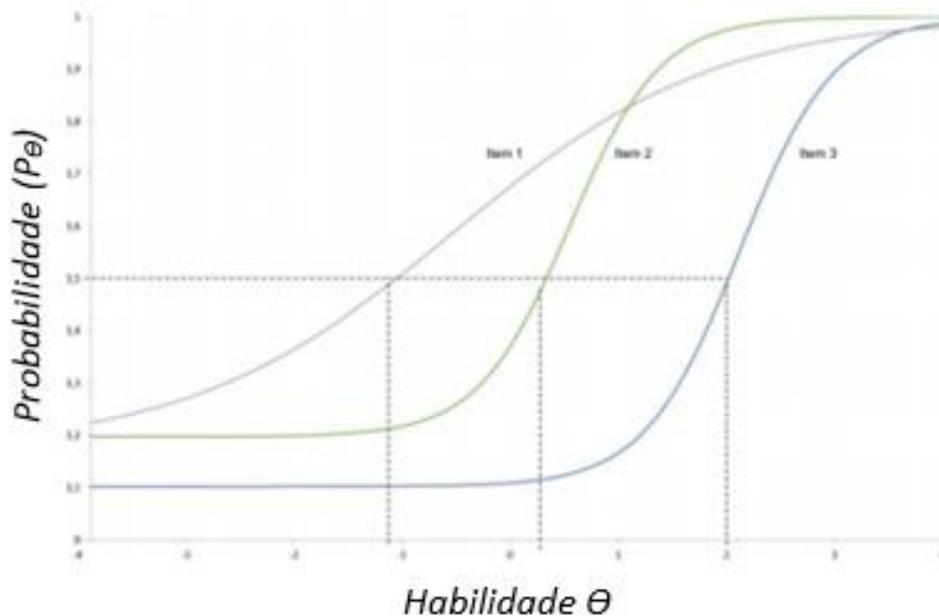


Figura 13: CCI para 3 itens (adaptado de Araújo *et al.*, 2019)

Da mesma forma, é possível representar a curva característica do teste (CCT), determinada a partir dos resultados obtidos em cada item para um qualquer grau de dificuldade (Baker, 2001). Assim, a CCT representa a relação entre a probabilidade acumulada de resposta correta (*true score- $TS$* )<sup>12</sup> obtida para o conjunto dos itens (60) e o nível de habilidade demonstrado (Equação 5). À semelhança da CCI, a CCT representa a relação entre duas escalas, sendo por isso independente da distribuição das respostas obtidas (Baker, 2001). Mais uma vez, considerando-se os casos limite, a extremidade à esquerda da CCT tende para  $TS$  próximo de zero, correspondendo a níveis inferiores de  $\Theta$ , e a extremidade à direita tende para o máximo de  $TS$ , a que correspondem níveis

<sup>12</sup> A TRI aplica o conceito geral da teoria da medida *true score* ( $TS$ ), expresso em função dos parâmetros do item (Baker, 2001).

superiores dessa habilidade (Figura 14). Podemos assim afirmar que a CCT permite a conversão de valores de **TS**, determinados a partir das respostas obtidas em questionário, em níveis de habilidade  $\theta$ , e vice-versa (Baker, 2001).

$$TS_j = \sum_{i=1}^N P_i(\theta_j) \quad (5)$$

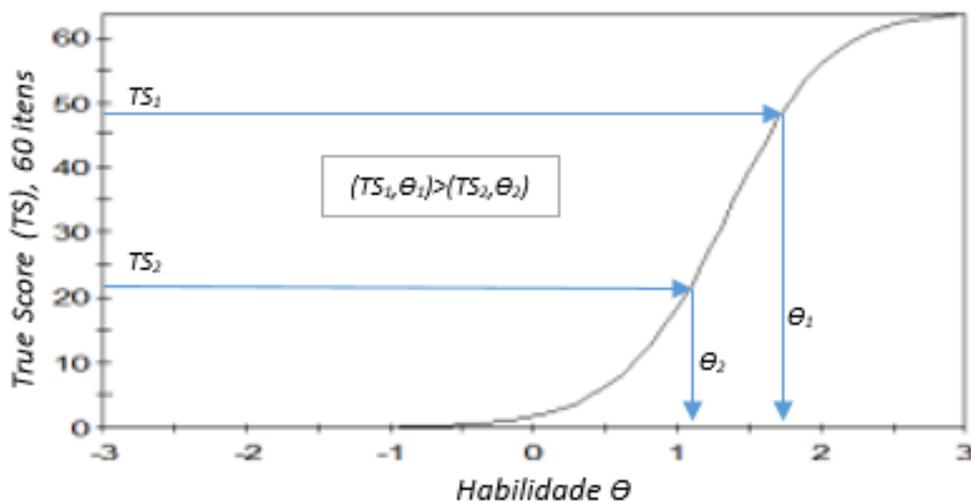


Figura 14: Curva Característica do teste - CCT (adaptado de Baker, 2001)

Sendo a TRI uma técnica baseada na análise das respostas obtidas para cada item em particular, é possível calcular o erro padrão da estimação da habilidade para cada inquirido (Braga, 2015). Cada item possui assim uma quantidade própria de informação (significado) que contribui para a melhor caracterização da habilidade em análise (Baker, 2001). Estatisticamente, um parâmetro estimado com maior precisão tem mais significado que outro estimado com menor precisão (Andrade, Tavares & Valle, 2000). Fisher (*in* Baker, 2001, p. 104) define informação ( $I$ ) como o “recíproco da precisão com que um parâmetro pode ser estimado”, sendo a precisão medida pela variância ( $\sigma^2$ ) das estimativas obtidas para esse parâmetro, que representa por (Equação 6):

$$I = \frac{1}{\sigma^2} \quad (6)$$

Fazendo  $I=f(\theta)$ , e aplicando a fórmula apropriada, obtém-se uma curva que representa a quantidade de  $I$  própria de cada item, designada função de informação (Baker, 2001). A função de informação do item (FII), representa assim o contributo desse item particular para a precisão da medição da habilidade em análise (Barcelos, 2017). Observa-se que quando  $I$  é elevada, também a precisão dessa estimativa o é, logo está mais próxima de  $TS$  (Andrade, Tavares & Valle, 2000). Se ao contrário  $I$  é pequena, significa que a habilidade  $\theta$  não pode ser estimada com grande precisão, e que as estimativas obtidas se encontram dispersas em torno de  $TS$  (Barcelos, 2017). Por outro lado, quanto maior o poder de discriminação  $a$  do item, também maior será a informação  $I$  que este fornece para o teste (Júnior *et al.*, 2015).

Segundo Baker (2001, p. 104), “a quantidade de informação pode ser calculada para cada nível de habilidade na escala de  $\theta$ , desde infinito negativo até infinito positivo” e como “a habilidade é uma variável contínua, a quantidade de informação também o é”. Baker (2001, p. 106) afirma ainda que “um item mede a habilidade com maior precisão no nível de habilidade correspondente ao parâmetro de dificuldade do item” e que a “quantidade de informação do item diminui à medida que o nível de habilidade se afasta da dificuldade do item e se aproxima dos extremos da escala de habilidade.” Na Figura 15, observa-se que a quantidade de informação ( $I$ ) é descrita no eixo dos  $yy$ , com um máximo de 1,9 para  $\theta=0$ , e maior significância (precisão) no intervalo  $-1 < \theta < 1$ . De uma forma geral, pode-se afirmar que a função de informação do item (FII) ideal seria representada por uma linha horizontal para um valor elevado de  $I$ , com todos os níveis de  $\theta$  a serem estimados com igual e elevada precisão (Baker, 2001).

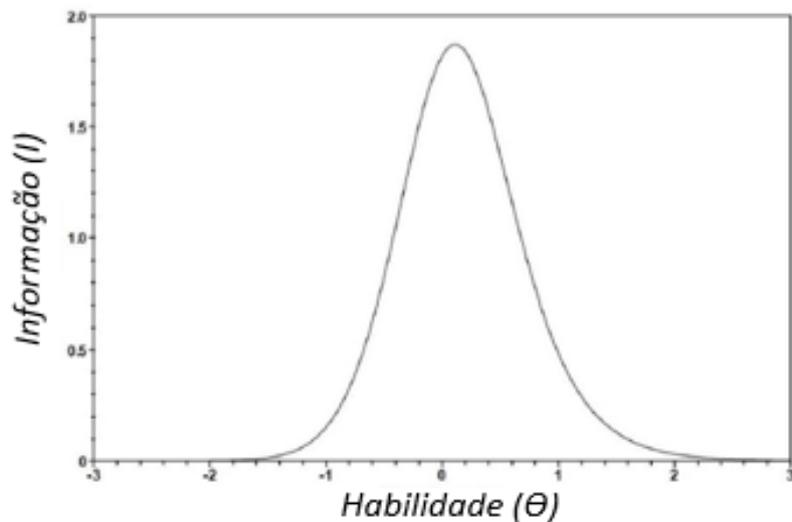


Figura 15: Função de informação (adaptado de Barcelos, 2017)

Da mesma forma, a função de informação pode ser também determinada em cada nível de habilidade para o teste como um todo (**FIT**), correspondendo esta função à soma das funções de informação dos itens para esse nível particular (Baker, 2001). Afirma Baker (2001, p. 105) que, na prática, isto raramente acontece, sendo importante perceber através do gráfico para que níveis da habilidade os valores estimados são obtidos com maior precisão. Por outro lado, a análise da FIT permite avaliar a capacidade do teste para medir a habilidade em análise em toda a gama de  $\Theta$ , verificando-se que testes mais longos produzem estimativas mais precisas (Baker, 2001). Para Andrade, Tavares e Valle (2000, p. 12), outra forma de representar a FIT é através do erro-padrão de estimação, *i.e.*, para uma maior informação do teste, menor será o erro-padrão da estimação, e, logo, maior será a precisão da estimação da habilidade (Barcelos, 2017).

### **Modelo de resposta graduada (MRG)**

Um modelo particular da TRI para itens politômicos envolvendo um único grupo, é o modelo de resposta graduada (*Graded Response Model*) de Samejima

(1997), assim designado em homenagem à sua autora. Este modelo leva em consideração não apenas o sentido, mas também a categoria da resposta, permitindo assim retirar-se mais informação do conjunto de respostas obtidas, do que aquele que seria obtido apenas por respostas do tipo certo ou errado (Andrade, Tavares & Valle, 2000). Pressupõe-se neste modelo que todos os itens possuem categorias previamente ordenadas, como estão, por exemplo, na escala de Likert, e que se encontram igualmente espaçadas (Andrade, Tavares & Valle, 2000). Pressupõe-se ainda válido o critério de independência local, uma vez que a distribuição das respostas é independente para cada respondente em qualquer grupo de inquiridos com igual grau de habilidade  $\theta$  (Samejima, 1997).

No entanto, importa assegurar a interpretabilidade do modelo para o problema em análise, postulando Samejima (1997, p. 88) que ela está assegurada no caso do modelo da resposta graduada de probabilidades homogêneas, passíveis de serem representadas no espaço contínuo da habilidade  $\theta$ . Fica assim igualmente garantida a condição de aditividade das funções de resposta (Samejima, 1997). No que se refere à condição de máximo único, Samejima (1997, p. 89) demonstrou que quer o modelo normal, quer o modelo logístico, cumprem esta condição. Samejima (1997, p. 99) vai mais longe, defendendo que trabalhos de investigação com aplicação da escala de *Likert*, deverão suportar-se num modelo de probabilidades homogêneas, o qual, no caso de processos de dicotomização de respostas graduadas, assume a invariância do poder de discriminação do item.

O modelo de resposta graduada (MRG) de Samejima é uma generalização do modelo logístico ML2, *i.e.*, faz a estimação dos parâmetros  $\mathbf{a}$  e  $\mathbf{b}$ , sem considerar a possibilidade de acerto ao acaso (Andrade, Tavares & Valle, 2000). Na forma logística, o modelo MRG é dado pela Equação 7 (Samejima, 1997), com  $i = 1, 2, \dots, I$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ ; e  $k = 1, \dots, m$ , onde  $b_{i,k}$  é o parâmetro de dificuldade da categoria  $k$  para o item  $i$ ,  $a_i$  é o parâmetro de discriminação do item  $i$ ,  $\theta_j$  representa a habilidade e,  $D$  é um fator de escala, que normalmente se faz igualar a 1.

$$P_{i,k}^+(\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_{i,k})}} \quad (7)$$

Pressupondo-se que a dificuldade progride com a categoria em cada item, *i.e.*,  $b_{i,1} < \dots < b_{i,m}$ , (forma não homogénea), a probabilidade de um indivíduo  $j$  escolher a categoria  $k$  do item  $i$ , é então dada pela Equação 8 (Linden, 2010).

$$P_{i,k}(\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_{i,k})}} - \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_{i,k+1})}} \quad (8)$$

Na Figura 16 pode-se observar a representação gráfica do modelo MRG para as curvas características (CCI) de 2 itens com 4 categorias de resposta. No gráfico do item 1, podemos observar que:

- i) indivíduos com níveis de habilidade  $]-\infty; -2,0]$  têm maior probabilidade de responder apenas a categoria  $\mathbf{P}_0$ ,
- ii) indivíduos com níveis de habilidade  $[-2,0; 0,0]$  têm maior probabilidade de responderem a categoria  $\mathbf{P}_1$ ,
- iii) para os níveis habilidades  $[0,0; 2,0]$  a maior probabilidade de resposta é a categoria  $\mathbf{P}_2$ , e
- iv) indivíduos com habilidade  $[2,0; +\infty[$  deverão responder a categoria  $\mathbf{P}_3$ .

No que se refere ao item 2, podemos observar que a maioria dos indivíduos responde apenas a categoria  $\mathbf{P}_0$  ou  $\mathbf{P}_3$ . Por outro lado, observa-se ainda que indivíduos com níveis de habilidade  $[-2,0; 0,0]$  apresentam uma maior probabilidade de resposta nas categorias 1 e 2.

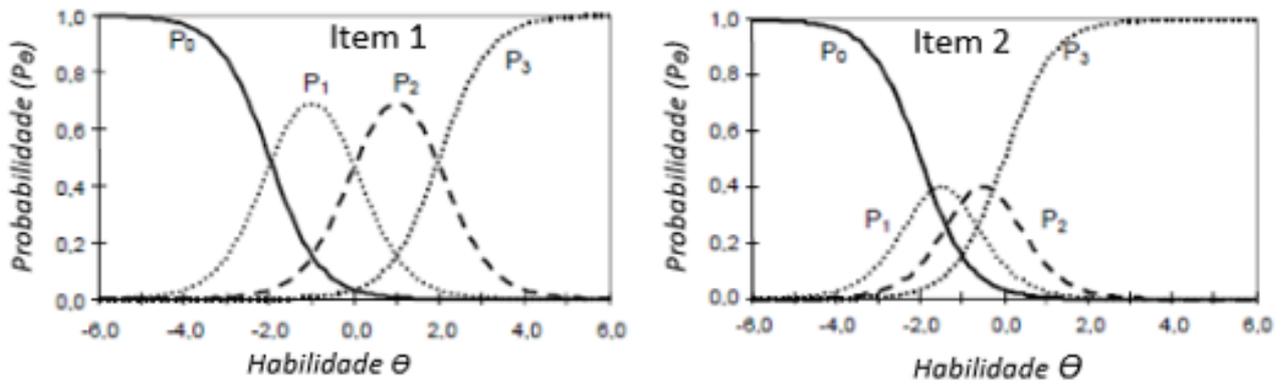


Figura 16: Modelo de resposta graduada para 2 itens com 4 categorias de resposta (adaptado de Andrade, Tavares & Valle, 2000)

No MRG, o poder de discriminação do item é dado pela FII, assim como também a FIT é a soma das funções de informação individuais de todos os itens (Bortolotti *et al.*, 2012). Da mesma forma, a FIT representa a precisão do modelo na medição da habilidade em análise, ou, como afirma Bortolotti *et al.* (2012, p. 291), “o quão bem um conjunto de itens avalia o traço latente”. Na Figura 17 observa-se a função de informação de um item com quatro categorias, verificando-se que para este item a quantidade de informação mantém-se praticamente constante para toda a escala de habilidade  $\Theta$ .

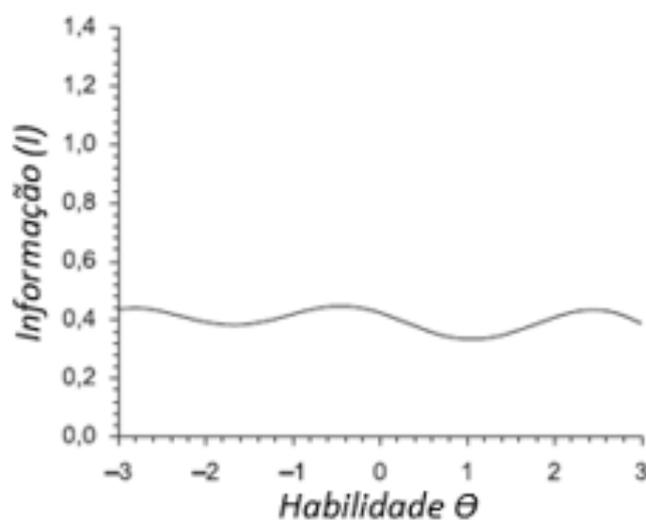


Figura 17: Função de informação do item politômico com 4 categorias (adaptado de Bortolotti *et al.*, 2012).



## 4. Resultados

De seguida é feita a apresentação dos resultados obtidos e das contingências próprias do processo de investigação, discutindo-se as opções de trabalho adotadas e a fundamentação das conclusões alcançadas. O tratamento dos dados foi realizado com recurso a técnicas estatísticas da análise de componentes principais (ACP) e da teoria de resposta ao item (TRI).

### 4.1. Discussão dos resultados

De acordo com os resultados obtidos nas diversas fases do processo de investigação aplicado neste trabalho, verifica-se que os dados recolhidos caracterizam a população alvo deste estudo, e que o questionário aplicado possui validade científica para a medição do CIH adquirido nos cursos de 1º ciclo do ISEL. Da TRI verifica-se que é adequada ao estudo de variáveis latentes. Esta técnica é capaz de discriminar diferenças individuais no traço psicológico avaliado, dando resposta às hipóteses de partida. Conclui-se que o modelo testado pode ser usado com sucesso na medição do capital intelectual humano (CIH), como ferramenta de planeamento, execução e monitorização dos processos de gestão do conhecimento, numa visão sistémica de sustentabilidade para a excelência organizacional.

#### 4.1.1. *Recolha de dados*

O questionário aplicado foi inicialmente avaliado por especialista em recursos humanos (RH), que verificou a sua relevância para medir o CIH (validade teórica). Considera-se que o inquérito foi realizado em adequadas condições de controlo experimental, e que a amostra de trabalho representa a população alvo, pelo que os dados recolhidos são válidos para a investigação em curso. Por motivos práticos não foi possível a concretização da fase de pré-teste do estudo

preliminar (Hill & Hill, 2016), o que, no âmbito deste trabalho, no entanto, se aceita, considerando que o questionário de Bontis (1998) se encontra já amplamente testado.

### ***Aplicação do questionário***

O inquérito decorreu em sala de aula, durante a fase de testes do 1º semestre do ano letivo 2018-2019, entre os meses de dezembro e janeiro, em turmas das unidades curriculares do 3º ano dos cursos de licenciatura lecionados no ISEL (Tabela 3). Os questionários foram aplicados explicando-se aos inquiridos o âmbito e os objetivos do inquérito. Não foram colocadas dúvidas nas respostas, ou apresentadas quaisquer sugestões de melhoria. Sublinha-se que a aplicação do questionário em época de exames, poderá ter condicionado a disponibilidade dos inquiridos, afetando assim a fiabilidade do teste (Hill & Hill, 2016).

*Tabela 3: N.º de alunos finalistas por curso (ano letivo 2018-2019).*

<b>Curso de licenciatura (3º ano)</b>	<b>N.º alunos</b>
Engenharia Eletrónica de Telec. e Computadores (LEETC)	48
Engenharia Civil (LEC)	17
Engenharia Eletrotécnica (LEE)	11
Engenharia Informática e de Computadores (LEIC)	115
Engenharia Mecânica (LEM)	63
Engenharia Química e Biológica (LEQB)	50
Engenharia Informática e Multimédia (LEIM)	65
Tecnologias e Gestão Municipal (LTGM)	10
Matemática Aplicada à Tecnologia e Empresa (LMATE)	21
Engenharia Informática, Redes e Telecomunicações (LEIRT)	16
Total:	416

A estrutura letiva do ISEL é constituída por 10 cursos de licenciatura, com número de alunos inscritos entre 10 e 115 alunos por curso. A recolha de uma

amostra estratificada num universo com estas características pode tornar-se um processo extremamente complexo e de difícil garantia da representatividade da população em estudo, além de que estes estratos poderão não ser absolutamente mutuamente exclusivos. Assim, optou-se pela solução de maior esforço, com a aplicação do questionário a toda a população alvo. Salienta-se que Nunes e Primi (2005, p. 147) demonstraram empiricamente que, para a determinação dos parâmetros da habilidade e dos itens pela TRI, amostras com mais de 200 indivíduos são adequadas.

### **Recolha de dados**

Foram recolhidos 257 questionários (Anexo I: Questionários recolhidos), correspondendo a uma taxa de respostas de 61,78 % (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Destes foram validados 240 questionários, o que se considera aceitável para este tipo de trabalho, e adequado ao tratamento estatístico proposto (Tabela 5).

*Tabela 4: Número de respostas obtidas por curso.*

<b>Curso de licenciatura (3º ano)</b>	<b>N.º alunos</b>	<b>Respostas</b>	<b>%</b>
Engenharia Eletrónica de Telecomunicações e Computadores (LEETC)	48	25	52,08
Engenharia Civil (LEC)	17	8	47,06
Engenharia Eletrotécnica LEE)	11	5	45,45
Engenharia Informática e de Computadores (LEIC)	115	66	57,39
Engenharia Mecânica (LEM)	63	42	66,67
Engenharia Química e Biológica (LEQB)	50	18	36,00
Engenharia Informática e Multimédia (LEIM)	65	36	55,38

Tecnologias e Gestão Municipal (LTGM)	10	8	80,00
Matemática Aplicada à Tecnologia e Empresa (LMATE)	21	17	80,95
Engenharia Informática, Redes e Telecomunicações (LEIRT)	16	32	200,00
Total:	416	257	61,78

*Tabela 5: Comparação de técnicas para a determinação da dimensão da amostra.*

<b>Técnica aplicada</b>	<b>Dimensão da amostra</b>
População	240
Amostragem simples ( $E_0 = 0,05$ )	204
Teste de hipóteses ( $\alpha=0,01$ ; $r=0,30$ ; $\text{pot.}=0,80$ )	108

Os 17 questionários invalidados (6,61%) foram rejeitados por se encontrarem incompletos. Note-se que o número de respostas obtidas para o curso de LEIRT é superior ao número de alunos inscritos neste curso, o que resulta do facto de alguns alunos frequentarem aulas de disciplinas comuns a outros cursos.

### ***Codificação e análise exploratória dos dados***

Os dados recolhidos foram seguidamente codificados, por duas pessoas de modo a reduzir a probabilidade de erros de transcrição (Barbetta, 2010). Os resultados do inquérito e do tratamento estatístico dos dados encontram-se em Anexo II. Para maior facilidade de leitura, os resultados obtidos são apresentados em tabelas resumo. A exploração dos dados para caracterização dos dados, embora sem ser exaustiva, é importante para a posterior discussão dos resultados obtidos com outros universos em que o inquérito venha a ser

replicado, tendo em vista a definição de medidas de controlo experimental (Nunnally & Bernstein, 1994).

Observando-se os dados recolhidos, verifica-se que o universo de alunos finalistas dos cursos de licenciatura do ISEL é composto, na sua grande maioria (83%), por alunos com idades até os 25 anos (Figura 18), constituindo assim uma população jovem, como seria, aliás, de esperar nesta fase académica. No que se refere à experiência profissional, ela é naturalmente imatura, verificando-se que a maior parte dos inquiridos (71%) não tem qualquer experiência deste tipo (Figura 19), sendo que apenas 24 dos inquiridos possui mais de 3 anos de experiência profissional.

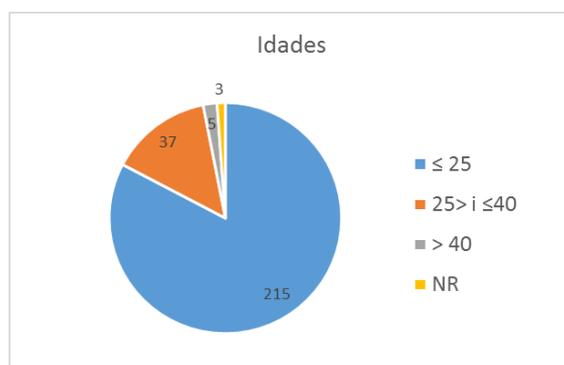


Figura 18: Distribuição de idades dos inquiridos<sup>13</sup>.

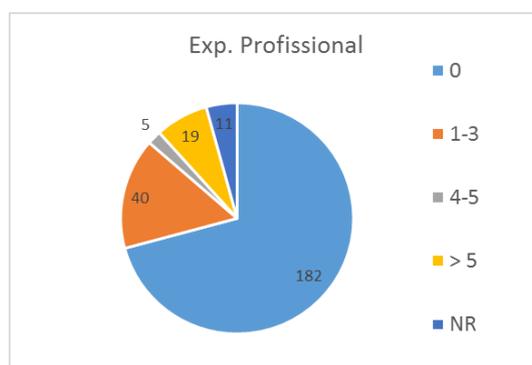


Figura 19: Distribuição da experiência profissional em anos<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> NR – não respondeu.

Para a análise exploratória dos dados de partida, foi aplicado o pacote (*package*) {psych} do R (versão 1.8.12), que introduz procedimentos para a pesquisa psicológica, psicométrica e de traços de personalidade (Revelle, 2018). A função *describe* fornece um conjunto das estatísticas para a construção de escalas e análise de itens em psicometria clássica (Revelle, 2018).

Da análise das respostas obtidas (Anexo II: Tabela describe), verifica-se que a maioria das questões (13 em 20) obtêm respostas para toda a gama de categorias, desde 1-*Discordo completamente* a 7-*Concordo plenamente*, ainda que com maior tendência para a concordância com as questões colocadas (6-*Concordo bastante*), como se observa pelas medianas obtidas para cada item. Excetuem-se os itens CH13R e CH19R com mediana 3-*Discordo*, embora ambos colocados em ordem inversa (Tabela 6).

*Tabela 6: Análise exploratória dos dados de partida.*

<b>Item</b>	<b>Mediana</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
CH1	6.0	3	7
CH2R	5.0	1	7
CH3	6.0	3	7
CH4	6.5	3	7
<b>CH5R</b>	6.0	1	7
CH6	6.0	2	7
CH7	6.0	3	7
CH8	5.0	1	7
<b>CH9</b>	4.0	1	7
CH10	6.0	1	7
CH11	6.0	1	7
CH12	6.0	1	7
<b>CH13R</b>	<b>3.0</b>	1	7
CH14R	6.0	1	7
CH15R	5.0	2	7
CH16	6.0	4	7
CH17	6.0	1	7
CH18	6.0	1	7
<b>CH19R</b>	<b>3.0</b>	1	7
CH20	6.0	1	7

A partir dos resultados obtidos no inquérito realizado, conclui-se que a população alvo deste trabalho, constituída pelos alunos finalistas dos cursos de licenciatura do 1º ciclo lecionados no ISEL é essencialmente de idade jovem e inexperiente na atividade profissional. Por outro lado, a tipologia de respostas obtidas indicia que os conceitos do conhecimento não se encontram ainda consolidados entre os inquiridos. Porém, será necessário dar continuidade ao trabalho neste campo, para confirmação da adequabilidade do questionário ao universo em análise, nomeadamente pelo teste de novas questões, perspetivando-se a construção de um banco de itens (Andrade, Tavares & Valle, 2000), a utilizar em futuros trabalhos de avaliação do CIH.

#### *4.1.2. Validação do teste*

A validação do teste aplicado neste trabalho passa, numa primeira fase, pela verificação da sua legitimidade para medir de facto o traço psicológico (CIH) que se procura estudar, propriedade psicométrica essencial em qualquer instrumento de medida (Mueller & Knapp, 2019). Numa segunda fase é analisada a dimensionalidade do teste, de forma a fazer-se uma descrição da estrutura interna dos dados (Vargas, 2007), assegurando-se à partida a verificação do princípio da invariância (dos parâmetros) na aplicação da TRI (Conde & Laros, 2007). Sublinha-se, no entanto, que as propriedades de validade e fiabilidade são específicas do contexto em que o teste foi aplicado (Sireci, 2007).

#### **Validade**

Verifica-se neste trabalho que o questionário é adequado para o teste das hipóteses de investigação colocadas (Pasqualli, 2017), em termos de validade de conteúdo, pela representatividade dos itens colocados em questionário (Bontis, 1998), e de validade teórica, quer por definição da própria variável latente em estudo quer pelo método de análise aplicado. Verifica-se também que permite a identificação das variáveis manifestas, que descrevem a habilidade em análise (validade convergente), verificando-se a coerência dos dados empíricos

com análise teórica efetuada (Nunnally & Bernstein, 1994). Por razões práticas não foi possível a recolha de informação para avaliação da validade preditiva (Nunnally & Bernstein, 1994), considerando-se, porém, que a verificação da correlação dos resultados obtidos com o desempenho demonstrado, através, nomeadamente, da avaliação em contexto real (Hill & Hill, 2016), não é um aspeto relevante para a verificação dos pressupostos do presente trabalho.

### ***Fiabilidade***

Para a verificação da fiabilidade, o questionário aplicado neste trabalho foi testado quanto à consistência interna (Mueller & Knapp, 2019), através da estimação dos coeficientes alfa ( $\alpha$ ) de Cronbach e *split-half* (Hill & Hill, 2017). Paralelamente, é igualmente calculado o coeficiente *Guttman's Lambda6* ( $\lambda_6$ ). Estes indicadores são calculados a partir das correlações *inter-item*, por aplicação do pacote {psych} em **R** (Revelle, 2018). Coeficientes próximos da unidade (1) indicam elevados índices de consistência interna, sendo comum aceitar valores acima de 0,7 (Hill & Hill, 2017), enquanto que coeficientes abaixo deste valor são normalmente classificados como limitações do método (Mueller & Knapp, 2019). Valores negativos indicam, por sua vez, correlações *inter-item* negativas (Maroco & Garcia-Marques, 2006).

A estimação do  $\alpha$  de Cronbach é efetuada a partir das variâncias de cada item e da variância total do teste (Hill & Hill, 2017). No entanto, sublinha-se que este método tende a subestimar a fiabilidade real, principalmente em sistemas multidimensionais, mas também para itens dicotómicos (Maroco & Garcia-Marques, 2006). O método *split-half*, por sua vez, consiste em distribuir os itens do teste por dois conjuntos independentes (pares e ímpares) e avaliar separadamente a consistência interna de cada conjunto (Hill & Hill, 2017). Porém, a estimação da fiabilidade por este método apresenta duas grandes limitações, que Hill e Hill (2017, p. 146) expõem da seguinte forma:

- i)* A reduzida da dimensão do questionário, agrava o erro amostral;
- ii)* A arbitrariedade na partição do questionário, introduz erros aleatórios.

É, no entanto, possível aplicar um fator de correção à primeira limitação *i*), conhecido por fórmula de *Spearman-Brown prophecy* em homenagem aos seus autores (Hill & Hill, 2017). Esta correção é aplicada nos cálculos efetuados no pacote {psych} (Revelle, 2018). Relativamente à segunda limitação *ii*), é usual fazer-se a sua discussão em função dos resultados obtidos pela estimação do coeficiente  $\alpha$  de Cronbach, sendo que esta técnica avalia todos os valores possíveis obtidos pelo método de *split-half*, fazendo corresponder o coeficiente  $\alpha$  ao seu valor médio (Hill & Hill, 2017). Sublinha-se neste contexto que o critério da fiabilidade é circunstancial; sendo uma estimativa da fiabilidade dos dados obtidos por um dado instrumento de medida, o coeficiente de consistência interna constitui sempre uma estimativa do parâmetro (Hill & Hill, 2017).

Os resultados obtidos para a estimação da fiabilidade (Anexo II: Tabela fiabilidades), permitem verificar uma boa consistência interna (Tabela 7), tanto para o teste (0,81) como também para o conjunto dos itens aplicados (Tabela 8), observando-se um coeficiente *split-half* idêntico ao coeficiente  $\alpha$  de Cronbach (Hill & Hill, 2017), mas, como seria expectável, inferior ao coeficiente  $\lambda_6$  (Maroco & Garcia-Marques, 2006). Por outro lado, verifica-se ainda uma correlação média idêntica à mediana das correlações (0,17), indicando uma adequada homogeneidade dos dados (Revelle, 2018).

Tabela 7: Fiabilidade do teste.

$\alpha$	$\lambda_6$	<i>split-half</i>
0,81	0,84	0,81
<i>average_r</i>	0,17	
<i>med_r</i>	0,17	

Tabela 8: Tabela de fiabilidades inter-item (item dropped).

Item	$\alpha$	$\lambda_6$	<i>average_r</i>	<i>med_r</i>
CH1	0.80	0.83	0.17	0.17
<b>CH2R</b>	<b>0.81</b>	0.84	0.18	0.19
CH3	0.80	0.83	0.17	0.17
CH4	0.79	0.83	0.17	0.17
<b>CH5R</b>	<b>0.81</b>	0.84	0.18	0.19
CH6	0.79	0.82	0.16	0.16
CH7	0.80	0.83	0.17	0.17
CH8	0.80	0.83	0.17	0.17
<b>CH9</b>	<b>0.81</b>	0.84	0.18	0.19
CH10	0.79	0.83	0.17	0.17
CH11	0.79	0.82	0.16	0.16
CH12	0.80	0.83	0.17	0.17
<b>CH13R</b>	<b>0.82</b>	0.85	0.19	0.19
<b>CH14R</b>	<b>0.81</b>	0.84	0.18	0.18
CH15R	0.80	0.84	0.18	0.17
CH16	0.79	0.83	0.17	0.17
CH17	0.80	0.83	0.17	0.17
CH18	0.79	0.83	0.17	0.17
<b>CH19R</b>	<b>0.82</b>	0.85	0.19	0.19
CH20	0.80	0.83	0.17	0.17

Observa-se por outro lado, que todos os itens apresentados no questionário em ordem inversa, contribuem de uma forma geral para a redução da consistência interna do teste, *i.e.*, contribuem para o erro experimental (Hill & Hill, 2017). Observa-se ainda que os itens CH13R e CH19R apresentam uma correlação negativa com a escala total, sem que se verifique, porém, uma correspondente afetação da consistência interna (Maroco & Garcia-Marques, 2006), pelo que estes itens foram revertidos (Revelle, 2018).

Face aos resultados apresentados, verifica-se que todos os itens contribuem significativamente para a elevada consistência interna do instrumento de medida, embora aqueles colocados em ordem inversa apresentem um maior desvio padrão nas suas respostas (Tabela 9), o que poderá significar maiores

dificuldades na interpretação por falta de clareza destas questões ou por desconhecimento dos conceitos abordados por parte dos inquiridos. Esta maior variabilidade das respostas acrescenta naturalmente maior incerteza aos resultados obtidos, contribuindo assim para uma maior magnitude do erro experimental (Nunnally & Bernstein, 1994).

*Tabela 9: distribuição de frequências de resposta por categoria.*

<b>Item</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
CH1	0.00	0.00	0.01	0.02	0.30	0.28	0.40
CH2R	0.01	0.01	0.08	0.08	0.48	0.20	0.15
CH3	0.00	0.00	0.01	0.00	0.28	0.39	0.32
CH4	0.00	0.00	0.01	0.02	0.16	0.30	0.50
CH5R	0.05	0.01	0.03	0.08	0.28	0.28	0.28
CH6	0.00	0.01	0.00	0.02	0.31	0.30	0.36
CH7	0.00	0.00	0.00	0.01	0.20	0.40	0.39
CH8	0.00	0.03	0.08	0.31	0.38	0.16	0.05
CH9	0.07	0.05	0.22	0.29	0.24	0.08	0.04
CH10	0.00	0.00	0.00	0.02	0.19	0.34	0.43
CH11	0.00	0.00	0.02	0.02	0.26	0.34	0.36
CH12	0.00	0.02	0.03	0.04	0.38	0.32	0.21
CH13R	0.05	0.14	0.39	0.10	0.22	0.07	0.03
CH14R	0.00	0.01	0.02	0.02	0.22	0.32	0.40
CH15R	0.00	0.01	0.08	0.08	0.35	0.30	0.18
CH16	0.00	0.00	0.00	0.01	0.23	0.37	0.39
CH17	0.01	0.00	0.00	0.02	0.24	0.40	0.33
CH18	0.00	0.00	0.01	0.04	0.32	0.38	0.25
CH19R	0.05	0.13	0.40	0.20	0.15	0.04	0.02
CH20	0.00	0.00	0.04	0.07	0.26	0.36	0.26

Por limitações próprias deste trabalho não foram estimados outros tipos de consistência interna (fiabilidade), como são, por exemplo, a “estabilidade temporal” e de “versões equivalentes” (Hill & Hill, 2017), ou os métodos do alfa

estratificado e da máxima fiabilidade (Maroco & Garcia-Marques, 2006). Estes aspetos poderão vir a ser considerados em futuros trabalhos de extensão ou de confirmação do presente trabalho de investigação (Carmo & Ferreira, 2008).

#### 4.1.3. *Análise da dimensionalidade*

O conhecimento da dimensionalidade dos dados é fundamental para a melhor seleção do modelo de TRI a aplicar no tratamento estatístico, para o estudo de variáveis latentes (Andrade, Tavares & Valle, 2000). Por outro lado, sabe-se que em processos cognitivos, uma habilidade raramente ocorre isolada, surgindo normalmente associada a outras, vulgarmente designadas variáveis operacionais ou de ruído, em função do seu contributo para a variável em estudo (Linden & Hambleton, 1997). Isto acontece porque não é possível definir uma qualquer habilidade (traço psicológico) por uma única característica, sendo por vezes necessário socorrer-nos de outros aspetos (fatores ou dimensões) para a caracterizar (Shlens, 2014).

De forma a fazer-se uma avaliação da sua adequabilidade à extração de componentes, os dados de partida foram testados pelo critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), por aplicação da função *KMO* do pacote {Psych} em **R**. Este critério indica a proporção da variância dos dados comum ao conjunto de todos os itens, *i.e.*, que pode ser atribuída a um único aspeto comum, dando assim uma medida da robustez dos dados para a aplicação da ACP (Moreira, 2007). O critério de KMO testa a consistência geral dos dados através da verificação da aproximação da matriz de correlação inversa à matriz diagonal, fazendo a comparação dos valores dos coeficientes de correlação linear observados com os valores dos coeficientes de correlação parcial (Kaiser, 1974). Embora não haja unanimidade quanto aos valores, é comum aceitarem-se resultados acima de 0,6 para o índice MSA (*measure of sampling adequacy*) como critério de aceitação para aplicação da ACP (Moreira, 2007).

De acordo com os resultados obtidos (Anexo II: Tabela componentes), verifica-se que os dados de partida apresentam um índice de MSA global de 0,81

(

*Tabela 10*), considerando-se por isso boa a consistência para a extração de componentes (Moreira, 2007). Verifica-se, porém, que os itens colocados em ordem inversa, juntamente com o item ‘*CH9-Os trabalhadores da organização deverão ser considerados os melhores trabalhadores de todo o setor*’, apresentam menor índice de MSA, concluindo-se que estes itens contribuem negativamente para a consistência dos dados (Moreira, 2007).

*Tabela 10: Índices de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) para os itens.*

<b>Item</b>	<b>CH1</b>	<b>CH2R</b>	<b>CH3</b>	<b>CH4</b>	<b>CH5R</b>	<b>CH6</b>	<b>CH7</b>	<b>CH8</b>	<b>CH9</b>	<b>CH10</b>
<b>MSA</b>	0.86	<b>0.61</b>	0.86	0.91	<b>0.77</b>	0.87	0.85	0.72	<b>0.57</b>	0.88
<b>Item</b>	<b>CH11</b>	<b>CH12</b>	<b>CH13R</b>	<b>CH14R</b>	<b>CH15R</b>	<b>CH16</b>	<b>CH17</b>	<b>CH18</b>	<b>CH19R</b>	<b>CH20</b>
<b>MSA</b>	0.88	0.84	<b>0.45</b>	<b>0.72</b>	<b>0.74</b>	0.82	0.79	0.86	<b>0.43</b>	0.85

Outro critério comumente utilizado na validação do modelo de ACP é o teste da esfericidade de Bertlett (Moreira, 2007). Este teste verifica a hipótese de a matriz das correlações ser a matriz identidade, e em que medida os itens estão ou não correlacionados (Bartlett, 1937). São normalmente aceites valores de  $p < 0,05$ , como critério para a aplicação da ACP (Moreira, 2007). Por aplicação da função *bartlett.test* do pacote {Stats} em R, verifica-se que o teste de esfericidade de Bartlett apresenta um índice de  $2.2 \times 10^{-16}$  ( Tabela 11), confirmando-se assim que os dados de partida possuem robustez adequada para a extração de componentes (Moreira, 2007).

Tabela 11: Teste de esfericidade de Bartlett.

Teste de esfericidade de Bartlett	
$p$	$2.2e^{-16}$

Procedeu-se então à condensação dos dados de partida (Mishra *et al.*, 2017), e descrição da estrutura interna do sistema (Vargas, 2007), por análise de componentes principais (ACP), com aplicação da função *prcomp* do pacote {stats} em **R**. Esta função efetua a ACP por determinação da matriz de correlações, fazendo a projeção dos dados por rotação ortogonal *Varimax* (Revelle, 2018). Porém, verifica-se que os dados de partida necessitam de 20 componentes (variáveis intermédias) para explicar a variância global do sistema sem perda de informação (Jolliffe, 2002), o que se justifica pelo questionário usado, desenvolvido para a caracterização do traço psicológico (Shlens, 2014).

Definindo-se arbitrariamente o limiar do peso de cada item significativo ( $\text{var} > 0,20$ ), podemos observar que a CP1 é representada por 13 itens (CH1, CH3, CH4, CH6, CH7, CH8, CH10, CH11, CH12, CH16, CH17, CH18 e CH20), questões essencialmente associadas ao desempenho, individual e coletivo, do trabalhador em contexto de empresa (Tabela 12). Observa-se também que a CP2 é representada por todas as questões colocadas em ordem inversa (CH5R, CH13R, CH14R, CH15R e CH19R), com exclusão do CH2R, o que pode ser significativo, relativamente à variância explicada por esta componente. Observa-se ainda que a CP3, por sua vez, é já representada por itens que se repetem da CP1, pelo que se considera que esta variância se encontra já explicada.

Tabela 12: Cargas do item baseadas na matriz de correlações.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
CH1	0.229057317	0.026234024	-0.21958010	0.19403472	-0.45528158	0.06183795	-0.180550564	0.063205326
CH2R	0.092516163	0.149320349	0.33590777	0.51766114	0.06797032	-0.31253607	0.072103872	0.215869248
CH3	0.243268730	0.111557130	-0.02266424	-0.09936146	-0.23908503	0.13086874	-0.446102215	-0.093603235
CH4	0.284196681	-0.053668201	-0.04855127	-0.10498880	0.05452901	0.12889049	0.072016481	0.196787940
CH5R	0.126793696	0.330704153	0.01714366	0.17892680	0.17442364	0.24716224	0.494980948	0.098608511
CH6	0.320406948	-0.023427800	-0.06696680	-0.07087617	0.21823572	0.08816506	-0.230642196	0.041559523
CH7	0.253102481	0.112959538	0.08737557	-0.14972140	0.39362161	0.11436106	-0.252297558	-0.127737087
CH8	0.196710073	-0.405879340	-0.28086435	0.10059920	0.25469292	0.03715503	-0.072713579	0.116627057
CH9	0.107424681	-0.561526012	-0.12178492	0.12756563	0.24913014	-0.17830728	0.055603112	0.232376176
CH10	0.278960637	-0.076197943	0.25169482	-0.09137228	0.04935874	-0.13950858	0.006593076	0.118440905
CH11	0.327606052	0.003501684	-0.17540890	0.03233419	-0.24704445	0.04749104	0.137502148	-0.067665670
CH12	0.234003937	-0.085691855	-0.20808317	0.20016586	-0.31246514	-0.34957068	0.126366472	-0.192698542
CH13R	-0.004843216	0.269447238	-0.36406711	-0.44466790	-0.03352392	-0.38542519	0.065953470	0.199236774
CH14R	0.153554197	0.357177958	-0.01005122	0.38073039	0.09145312	-0.11415676	-0.382603319	0.262085892
CH15R	0.179474860	0.231613742	-0.31460358	0.09330924	0.12521878	0.40591439	0.263359459	0.026704236
CH16	0.261634267	0.086987642	0.28302199	-0.29353284	0.08964993	-0.02572619	-0.051237789	-0.000784486
CH17	0.256370199	0.087189295	0.29360760	-0.20819930	-0.02854221	-0.34014530	0.197958105	-0.052957773
CH18	0.293261791	-0.052055173	-0.02847603	-0.15253414	-0.09804968	-0.06731559	0.287377875	0.098031908
CH19R	-0.022197692	0.224220976	-0.38718670	0.10348663	0.40393244	-0.38482925	-0.031948863	-0.459521593
CH20	0.222718386	-0.154365015	0.20947695	0.15263366	-0.01204312	0.10192677	0.085687343	-0.646635763

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 13), registra-se um coeficiente de ajuste de 0,95, verificando-se, porém, que a 1ª componente explica apenas 25% da variância do sistema, sendo necessário 7 componentes para explicar 62%, e 12 para alcançar os 81% da variância explicada (Revelle, 2018). Por outro lado, e observando o gráfico de distribuição das componentes (*scree-plot*), verifica-se que a variância do sistema é explicada essencialmente por 3 componentes (40%), sendo a restante distribuída de forma quase homogênea pelas restantes 17 componentes (Figura 20).

Sublinha-se neste campo que, como vimos, o comportamento humano é sempre condicionado por diversos aspetos, para os quais concorrem diferentes traços psicológicos (Braga, 2015), sendo comum, em contexto das ciências sociais e educacionais, aceitar-se a unidimensionalidade dos dados desde que se verifique a presença de um fator (habilidade) dominante (Andrade, Tavares & Valle, 2000).

Tabela 13: Interpretação de componentes pela ACP.

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9	CP10	CP11	CP12
Proporção de variância	0.25	0.09	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03
Variância acumulada	0.25	0.33	0.40	0.46	0.52	0.58	0.62	0.67	0.71	0.75	0.78	0.81

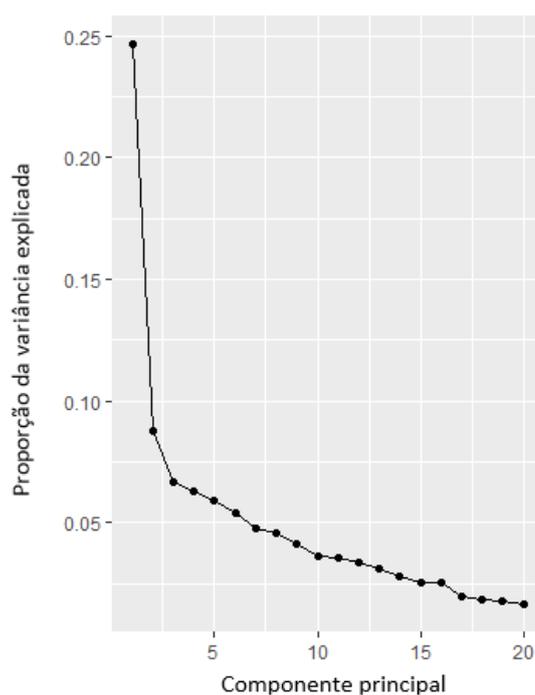


Figura 20: Interpretação de componentes pela ACP.

Graficamente, podemos observar que a projeção dos dados a partir das duas primeiras componentes principais (CP1 e CP2) mostra-se precisa, *i.e.*, que todos os itens contribuem essencialmente para a caracterização do CIH. Verifica-se assim que não há disparidades entre as questões colocadas em questionário, mantendo o foco na variável latente em análise, o que se traduz na conservação da tipologia das componentes encontrados (Figura 21). Por outro lado, fazendo-se a projeção a partir das componentes principais CP2 e CP3 (Figura 22),

observa-se uma dissociação dos itens CH2R, CH5R, CH8 e CH9, pelo que se pode concluir que a retenção das duas primeiras componentes principais é uma representação substantiva dos dados de partida (Jolliffe, 2002).

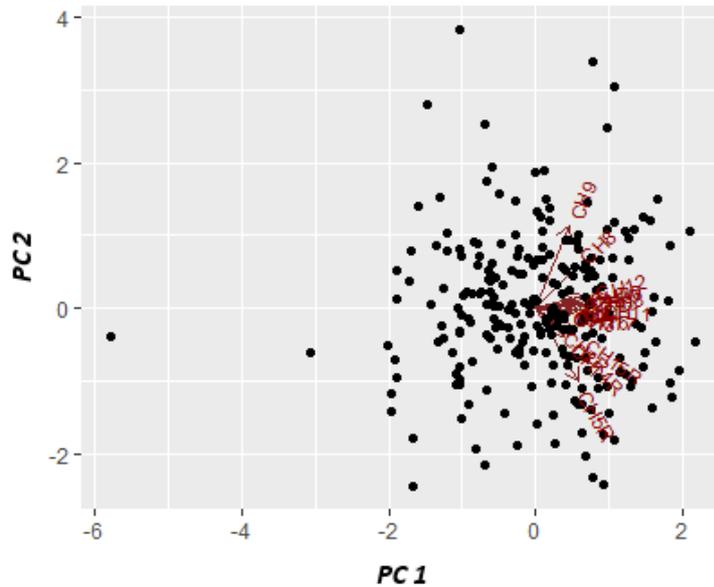


Figura 21: *Projeção dos dados pelos CP1 e CP2.*

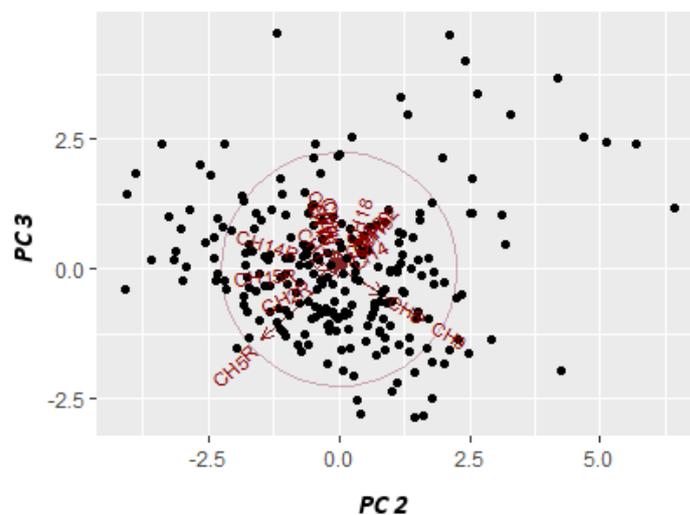


Figura 22: *Projeção dos dados pelos CP2 e CP3.*

Para uma análise dos grupos subjacentes ao conjunto dos inquiridos, procedeu-se à codificação dos dados de partida pela experiência profissional declarada em inquérito. Desta forma foram constituídos 5 grupos (Tabela 14), verificando-se que a grande maioria dos inquiridos (73,8%), como seria, provavelmente, expectável, neste grau académico, não possui qualquer experiência profissional. Graficamente (Figura 23), podemos igualmente observar que, na projeção dos dados a partir das duas primeiras componentes principais (CP1 e CP2), também não ocorrem disparidades entre grupos com diferente grau de experiência profissional. Porém, verifica-se que, fazendo a projeção a partir das componentes CP2 e CP3, observa-se uma (ligeira) distinção do grupo 4, correspondente aos inquiridos com mais de 5 anos de experiência profissional (Figura 24), indiciando que a aquisição de capital intelectual humano (CIH) está associada a uma maior experiência profissional.

*Tabela 14: Distribuição dos inquiridos por experiência profissional.*

<b>Experiência profissional (anos)</b>	<b>N.º de alunos</b>
sem experiência profissional (SE)	169 (70,4%)
1 a 3 anos	39 (16,2%)
3 a 5 anos	5 (2,1%)
+ de 5 anos	16 (6,7%)
não respondeu (NR)	11 (4,6%)

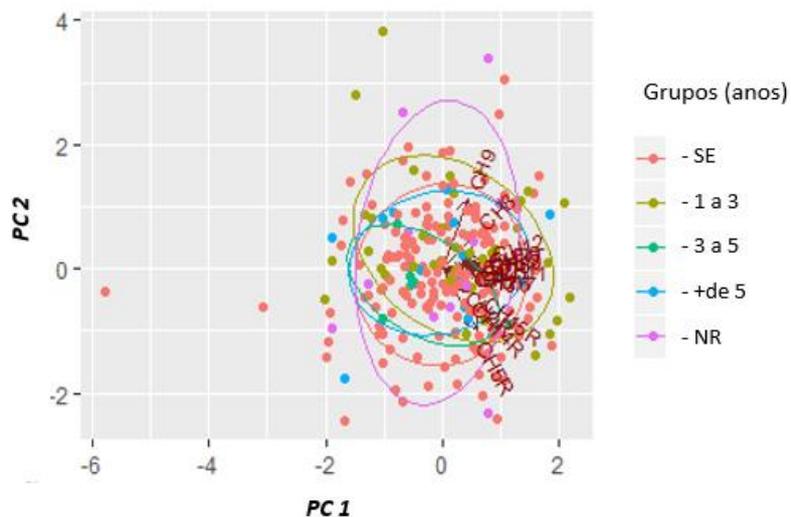


Figura 23: Projeção dos dados pelos CP1 e CP2, pela experiência profissional.

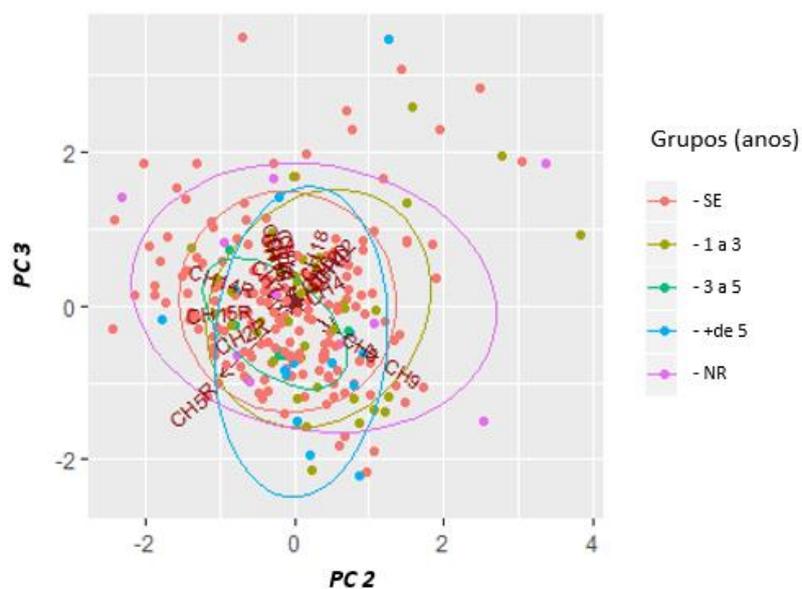


Figura 24: Projeção dos dados pelos CP2 e CP3, pela experiência profissional.

Como vimos, a ACP é uma técnica comumente utilizada na exploração de dados, que permite visualizar a estrutura interna de grandes quantidades de dados, ou em sistemas de variáveis complexos (Jolliffe, 2002). Graficamente, consiste na transformação ortogonal de um conjunto de variáveis (vetores coordenados), num novo sistema de coordenadas, que se traduz em

componentes principais (CP) (Shlens, 2014). O vetor (*eigenvector*) com maior carga (*eigenvalue*), representa a 1ª CP do novo sistema, e as seguintes maximizam sucessivamente a variância restante, correspondendo cada CP a uma dimensão do sistema de dados (Reimann *et al.*, 2008). Porém, à medida que são acrescentadas componentes ao sistema em análise, está-se por um lado a acrescentar exatidão ao sistema, mas incerteza por outro (Jolliffe, 2002).

Para a tomada de decisão relativamente ao número de CP a reter, foram seguidos os critérios VSS (*Very Simple Structure*) e Velicer's MAP (*Minimum Average Partial*), que otimizam a descrição do sistema de dados para uma menor complexidade, por aplicação da função SVV do pacote {psych} em R (Revelle, 2018). O critério VSS compara sucessiva a matriz de correlações original com uma sua imagem onde são mantidos apenas os itens com maiores cargas, sendo o número ótimo de componentes a reter determinado pelo maior valor obtido (Courtney, 2013). O critério MAP, por seu lado, utiliza a matriz de correlações parciais, baseando-se na minimização das correlações parciais médias entre as variáveis como critério de paragem para a extração de CP (Velicer, 1976). Este critério tem-se mostrado comparável ao critério *scree-plot*, mas mais preciso que os critérios de valor próprio e de testes de significância (Goffin & Helmes, 2000).

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 15), verifica-se que o critério VSS alcança valores máximos de 0,62 para 2 componentes e de 0,69 para 3 componentes, enquanto que o critério Velicer's MAP, por sua vez, alcança o mínimo de 0,01 com apenas 1 componente (Revelle, 2018). Maroco e Garcia-Marques (2006, p. 67) sublinham que conjuntos de itens com elevada correlação inter-item não significam unidimensionalidade, *i.e.*, sistemas de dados com elevada consistência interna indicam que os itens que compõem as diferentes dimensões estão fortemente correlacionados, mas não que o mesmo acontece forçosamente com as dimensões do sistema em si. Por outro lado, vimos que não é possível descrever um traço latente apenas por uma variável (Andrade, Tavares e Valle, 2000), verificando-se, no entanto, que há uma componente dominante (CP1), que explica 25% da variância do sistema (Shlens, 2014).

Tabela 15: Critérios de otimização do n.º de componentes a reter.

<b>VSS complex. (2)</b>	0,62
<b>VSS complex. (3)</b>	0,68
<b>Velicer's MAP (1)</b>	0,01

Sendo que o inquérito aplicado neste trabalho tinha por principal objetivo a medição do capital intelectual humano (CIH), os resultados obtidos mostram-se coerentes com a análise de validade teórica efetuada, garantia das suas boas qualidades psicométricas (Pasqualli, 2017), permitindo concluir que o instrumento de medida é adequado aos objetivos propostos (Mueller & Knapp, 2019). Assim, considerando o âmbito e os objetivos do presente trabalho, a tipologia dos dados de partida e o método de investigação adotado, conclui-se que a estrutura interna dos dados de partida é essencialmente homogénea, pelo que é adequada a retenção de apenas 1 (uma) variável intermédia, reduzindo-se assim a suscetibilidade a erros experimentais, ao mesmo tempo que se assegura a representatividade dos dados de partida (Jolliffe, 2002).

#### *4.1.4. Capital intelectual humano (CIH)*

Neste trabalho define-se capital intelectual humano (CIH) como o conjunto das capacidades intelectuais (cognitivas e experienciais) individuais do processo produtivo ou de criação de valor. Tem-se por principal objetivo a construção de um modelo de medição do CIH, com vista a contribuir para o processo de gestão do conhecimento, numa perspetiva de excelência organizacional, aplicado à administração académica do conhecimento. A Teoria de Resposta ao Item (TRI) é uma técnica estatística que tem vindo a ser aplicada com sucesso ao estudo de variáveis latentes em diversas áreas, nomeadamente das ciências sociais, como a psicologia e a educação (Wilson & Gochyyev, 2017). A TRI baseia-se no princípio que as respostas obtidas, por exemplo, em questionário são determinadas por um traço psicológico (Ayala, 2019).

Historicamente, a TRI começou por ser usada na modelação de conjuntos de dados unidimensionais, mas pode também ser aplicada em análise exploratória, sendo a dimensionalidade dos dados de partida estimada empiricamente pela comparação de modelos semelhantes (Chalmers, 2012). Neste campo, o modelo de resposta graduada (MRG) de Samejima (1997), é um modelo cumulativo não linear desenvolvido para a análise de itens politómicos em escala graduada, que assegura os princípios de independência local e de invariância, assim como da condição de aditividade (Ayala, 2019). Para  $m$  categorias ordenadas, o MRG estima  $m-1$  funções de resposta limite (BRF – *boundary response functions*), que representam a probabilidade cumulativa de ser selecionada uma resposta de categoria superior à opção de interesse (LaHuis, Clark & O'Brian, 2011). A aplicação deste modelo é efetuada através do pacote `{mirt}` em **R** (Chalmers, 2019a), em duas fases distintas *i*) estimação dos parâmetros e, *ii*) pontuação do teste. Os resultados obtidos são apresentados no Anexo II: Tabela IRT.

Outras aplicações estão disponíveis em R para o estudo de traços latentes. No entanto, os métodos aplicados estão limitados a conjuntos unidimensionais, ou pressupõem o tratamento prévio dos dados. Por limitações de tempo e de espaço próprios deste trabalho, não foi estudada a discriminação de grupos (DIF-*differential item functioning*), resultante, por exemplo, da maior familiaridade ou interesse do inquirido ao tema em estudo (Andrade, Laros & Gouveia, 2010). Diz Lord (1980, *in* Andrade, Laros & Gouveia, 2010, p. 430) que um item apresenta DIF, quando da comparação de dois grupos com iguais níveis de habilidade resultam curvas características do item (CCI) diferentes.

### **Análise exploratória**

Um modelo é, por definição, uma representação simplificada daquilo que queremos estudar, um fenómeno, um sistema, uma relação, etc. Frequentemente essa representação pode ser efetuada de diferentes formas, com igual propriedade, devendo, nesse caso, a seleção do modelo a aplicar ser baseada em princípios científicos (Emiliano *et al.*, 2010). Os avaliadores de informação de Akaike (AIC), Akaike corrigido (AICc) e Bayesiano (BIC) são comumente utilizados na seleção de modelos de análise de dados (Schneider

*et al.*, 2019). O critério AIC baseia-se na estimação comparativa da perda de informação sem tomar em conta a dimensão e variabilidade da amostra, demonstrando tendência para valorizar sistemas complexos (Silva *et al.*, 2011). Este critério pode, no entanto, ser corrigido (AICc) para sistemas unidimensionais com amostras de pequena dimensão ( $n$ ) e número de parâmetros ( $p$ ) estimados com  $n/p < 40$  (Emiliano, 2013). O critério BIC, por seu lado, privilegia a maximização da verosimilhança (Aho, Derryberry & Peterson, 2014), tendendo a favorecer modelos com menos parâmetros (Wagenmakers & Farrel, 2004), pelo que, argumentam Aho, Derryberry e Peterson (2014, p. 633), este avaliador é preferível quando o número de parâmetros ( $p$ ) determinados pelo modelo é muito superior à dimensão ( $n$ ) da amostra. Porém, considera-se que estes avaliadores demonstram desempenho semelhante (Emiliano *et al.*, 2010), sendo vulgarmente aceitável o modelo que apresentar menores valores médios destes critérios (Chalmers, 2012).

De forma a verificar a dimensionalidade dos dados em análise, fez-se a aplicação da função *mirt* para 1 (xgraded11), 2 (xgraded12) e 3 (xgraded13) dimensões. A avaliação do ajustamento dos modelos aplicados foi feita através dos critérios de informação AIC, AICc (Emiliano, 2013) e BIC (Aho, Derryberry & Peterson, 2014). Sabendo-se que qualquer modelo é uma representação dos dados em análise, havendo sempre perda de informação, os critérios AIC, AICc e BIC permitem fazer uma avaliação da melhor aproximação ao valor verdadeiro, balanceando precisão descritiva e simplicidade (Wagenmakers & Farrel, 2004). Os resultados obtidos (Tabela 16) permitem concluir que o MRG unidimensional é adequado ao método aplicado, *i.e.*, não há crésimo significativo de informação com a maior complexidade do modelo (Chalmers, 2012).

Tabela 16: Análise dimensional pelos critérios AIC, AICc e BIC.

<b>Critério</b>	<b>xgraded11</b>	<b>xgraded12</b>	<b>xgraded13</b>
AIC	12311.17	12220.36	12185.19
AICc	12580.73	12649.36	12853.96
BIC	12742.77	12718.09	12745.57

### **Estimação dos parâmetros (calibração)**

Baseada nos resultados anteriormente apresentados, é efetuada a análise unidimensional com a estimação de parâmetros (calibração) pelo algoritmo EM (*expectation maximization*), com aplicação do método de Gauss-Hermite (Chalmers, 2019a). Este método assegura a precisão numérica em conjuntos de dados de dimensionalidade reduzida (Chalmers, 2012). A convergência do modelo é obtida com uma tolerância de  $1e^{-04}$  após 87 iterações. Verifica-se, porém, que os avaliadores observados revelam baixos índices de ajustamento ao modelo (Anexo II: Tabela IRT), com um critério de simplicidade ajustado RMSEA<sup>14</sup> (*root mean square error of approximation*) de 0,082, acima do critério de aceitação (ca < 0,08). Este facto poderá ficar a dever-se, neste caso, à qualidade dos itens aplicados. Por limitações próprias deste trabalho, não foi detalhada a dependência local entre cada par de itens.

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 17), verifica-se que os itens CH9, CH13R e CH19R apresentam fraco poder discriminatório ( $a < 0,3$ ), e correspondente baixa correlação ( $f$ ) para o fator (dimensão) em análise (Chalmers, 2019a), pelo que deverá ser considerada a sua eliminação no presente estudo, e eventual revisão, para aplicação em futuros estudos.

*Tabela 17: Estimação do parâmetro de discriminação **a**.*

<b>Item</b>	<b>a</b>	<b>f</b>	<b><math>\sigma</math></b>
CH1	1.109	0.5459	0.93
CH2R	0.500	0.2821	1.19
CH3	1.289	0.6039	0.83
CH4	1.512	0.6643	0.88
CH5R	0.734	0.3959	1.48
CH6	2.165	0.7862	0.96
CH7	1.387	0.6317	0.80

<sup>14</sup> Os índices de ajustamento usados no mirt são os usualmente aplicados em SEM (Chalmers, 2015).

CH8	0.714	0.3868	1.10
CH9	0.278	0.1611	1.41
CH10	1.502	0.6618	0.92
CH11	2.032	0.7666	0.97
CH12	1.124	0.5510	1.13
CH13R	-0.046	-0.0271	1.43
CH14R	0.860	0.4508	1.07
CH15R	0.919	0.4753	1.17
CH16	1.566	0.6771	0.80
CH17	1.597	0.6841	0.95
CH18	1.601	0.6852	0.96
CH19R	-0.132	-0.0775	1.27
CH20	1.135	0.5548	1.11

Fazendo-se a análise gráfica das curvas características dos itens (CCI), observa-se a fraca discriminação dos itens CH9, CH13R e CH19R (Figura 25). Os itens CH2R, CH5R, CH8, CH14R e CH15R apresentam, por sua vez, poder de discriminação moderado (Mello, 2014), enquanto que os itens restantes, CH1, CH3, CH4, CH6, CH7, CH10, CH11, CH12, CH16, CH17, CH18 e CH20, apresentam todos elevado poder discriminatório ( $a > 1$ ) (Andrade, Laros & Gouveia, 2010), mostrando-se assim sensíveis a variações da habilidade em análise (Pasquali, 2017). Observa-se ainda que este conjunto de itens, juntamente com o item CH8 associado à maior experiência profissional, é o que melhor representa a componente principal CP1, associada ao desempenho individual e coletivo do trabalhador em contexto de empresa, identificada na análise dimensional efetuada.

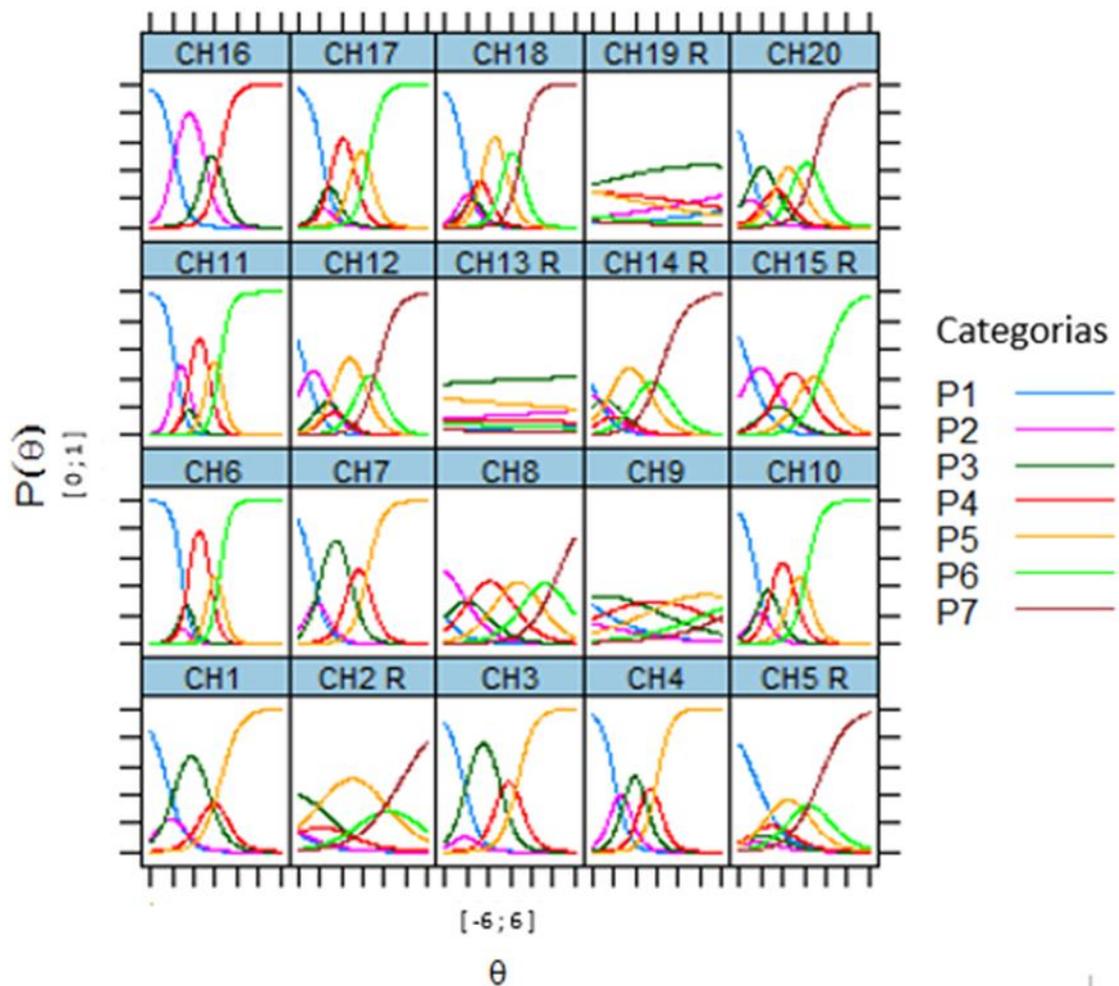


Figura 25: Curvas caraterísticas dos itens para o modelo *xgraded11* (1 dim).

Fazendo-se a análise das funções de informação dos itens (***FI***), verifica-se que os itens CH1, CH3, CH4, CH6, CH7, CH10, CH11, CH12, CH16, CH17, CH18 e CH20 são os que mais contribuem para a informação global do teste (Tabela 18). Salienta-se que a quantidade de informação está diretamente relacionada com a variabilidade das respostas obtidas para cada item, *i.e.*, itens com maior precisão, logo mais próximos do valor verdadeiro (***TS***), são aqueles que mais contribuem para a informação (***I***) da habilidade em análise (Barcelos, 2017). Por outro lado, como vimos, quanto maior o poder de discriminação ***a*** do item, maior será também a sua precisão (Júnior, *et al.*, 2015).

Tabela 18: Tabela de valores das funções de informação do item (*FII*).

Item	<i>a</i>	<i>FII</i>
CH1	1.109	0,380
CH2R	0.500	0,078
CH3	1.289	0,480
CH4	1.512	0,670
CH5R	0.734	0,157
CH6	2.165	1,800
CH7	1.387	0,580
CH8	0.714	0,157
CH9	0.278	0,024
CH10	1.502	0,680
CH11	2.032	1,800
CH12	1.124	0,400
CH13R	-0.046	0,000
CH14R	0.860	0,280
CH15R	0.919	0,260
CH16	1.566	0,680
CH17	1.597	0,800
CH18	1.601	0,800
CH19R	-0.132	0,000
CH20	1.135	0,400

Definindo-se arbitrariamente o limiar de informação significativa ( $FII > 0,4$ ), verifica-se que os itens CH3, CH4, CH6, CH7, CH10, CH11, CH12, CH16, CH17, CH18 e CH20 apresentam robustez adequada, em termos de discriminação (*a*) e de informação (*I*), para integrar um *banco de itens* calibrados (Mafra, 2011), a ser aplicados na avaliação do capital intelectual humano (CIH). De seguida, é revisto o MRG unidimensional aplicado ao conjunto de itens validados (xgraded41). De forma a dar maior extensão ao tratamento de dados, é adicionado o item CH8, associado à experiência profissional. Embora este item apresente uma maior variabilidade, contribuindo assim para o erro do sistema, verifica-se, no entanto, que ele está igualmente associado à maior experiência

profissional (Figura 24; pág. 95), representando assim informação específica que poderá não estar presente nos restantes itens considerados.

De acordo com os resultados obtidos (Anexo II: Tabela IRT2), por aplicação do MRG unidimensional, obtém-se uma boa qualidade de ajuste, com convergência após 27 iterações para uma tolerância de  $10e^{-04}$  (Tabela 19). Índices de ajustamento absolutos, nos quais se incluem os índices RMSEA, SRMSR, TLI e CFI, indicam a qualidade *a priori* de ajustamento ao modelo, *i.e.*, a discrepância entre os valores observados e os valores esperados pelo modelo em análise (Hooper, Coughlan & Mullen, 2008).

Tabela 19: Índices de ajustamento para os modelos *xgraded11* e *xgraded41*.

Estatística	<i>xgraded11</i>	<i>xgraded41</i>	Limiares
$\rho$	1,83E-08	0.336	> 0.05
RMSEA	0.082	0.024	< 0.08
SRMSR	0.088	0.072	< 0.08
TLI	-0.071	0.938	$\geq 0.95$
CFI	0.131	0.977	$\geq 0.90$

Os valores obtidos na análise exploratória do modelo ***xgraded41*** (Tabela 20) confirmam a boa qualidade de ajuste ( $S\_X2 > 0.01$ ) (Kang & Chen, 2007; Chalmers, 2019b), assim como da correlação (*f*) de todos os itens para o fator em análise (Chalmers, 2019a), exceto, como seria expectável, do item CH8. Relativamente aos parâmetros do item, confirma-se a boa capacidade discriminante ( $a > 1$ ) (Andrade, Laros & Gouveia, 2010). No que se refere ao parâmetro dificuldade (*b*), verifica-se que a maioria dos itens obtêm valores negativos para todas as categorias ( $\theta < 0$ ), o que revela facilidade nas questões colocadas (Andrade, Laros & Gouveia, 2010), *i.e.*, os inquiridos não tiveram dificuldade em concordar com as afirmações propostas (Mello, 2014).

Tabela 20: análise exploratória modelo xgraded41.

Item	<i>a</i>	<i>b1</i>	<i>b2</i>	<i>b3</i>	<i>b4</i>	<i>b5</i>	<i>b6</i>	<i>f</i>	S_X2	Cat.
CH3	1.27	-4.38	-4.05	-0.94	0.71	-	-	0.598	30.019	5
CH4	1.484	-3.98	-2.87	-1.29	-0.02	-	-	0.657	17.749	5
CH6	2.186	-3.18	-2.99	-2.48	-0.53	0.40	-	0.789	21.104	6
CH7	1.446	-4.53	-3.75	-1.20	0.40	-	-	0.647	38.694	5
CH8	0.738	-7.78	-4.74	-3.09	-0.55	1.95	4.39	0.398	48.777	7
CH10	1.558	-4.36	-3.81	-2.79	-1.11	0.21	-	0.675	27.306	6
CH11	1.860	-3.90	-2.79	-2.42	-0.73	0.41	-	0.738	26.332	6
CH12	1.036	-5.80	-3.96	-3.06	-2.44	-0.14	1.49	0.520	41.160	7
CH16	1.681	-3.68	-0.99	0.35	-	-	-	0.703	28.593	4
CH17	1.695	-3.65	-3.35	-2.65	-0.90	0.54	-	0.706	32.468	6
CH18	1.616	-4.22	-3.66	-3.17	-2.33	-0.48	0.96	0.689	21.805	7
CH20	1.169	-5.25	-4.59	-3.05	-2.14	-0.60	1.06	0.566	35.794	7

Fazendo a análise gráfica das CCI (Figura 26), observa-se a boa capacidade de discriminação (*a*) dos itens aplicados (Andrade, Laros & Gouveia, 2010), dando indicação que o teste aplicado tem a sensibilidade necessária para distinguir indivíduos com níveis de habilidade semelhantes (Pasquali, 2017). Sublinha-se que no modelo de resposta graduada (MRG) para itens politômicos, *a* é dada pela curva da categoria e pela distância entre categorias de dificuldade adjacentes (Samejima, 1997). Relativamente ao parâmetro de dificuldade (*b*), observa-se que a habilidade  $\theta$  varia entre -7,78 e 4,39, e que ambos os limites ocorrem para o item CH8, o que significa que esta é a questão que melhor caracteriza o inquirido em toda a gama da habilidade em análise. Globalmente observa-se a deslocação das curvas para a esquerda dos gráficos, indicadora da relativa facilidade sentida pelos inquiridos em concordar com as questões colocadas em questionário. Salienta-se que testes fáceis permitem uma caracterização mais precisa de indivíduos com níveis mais baixos da habilidade em estudo (Chalmers, 2015).

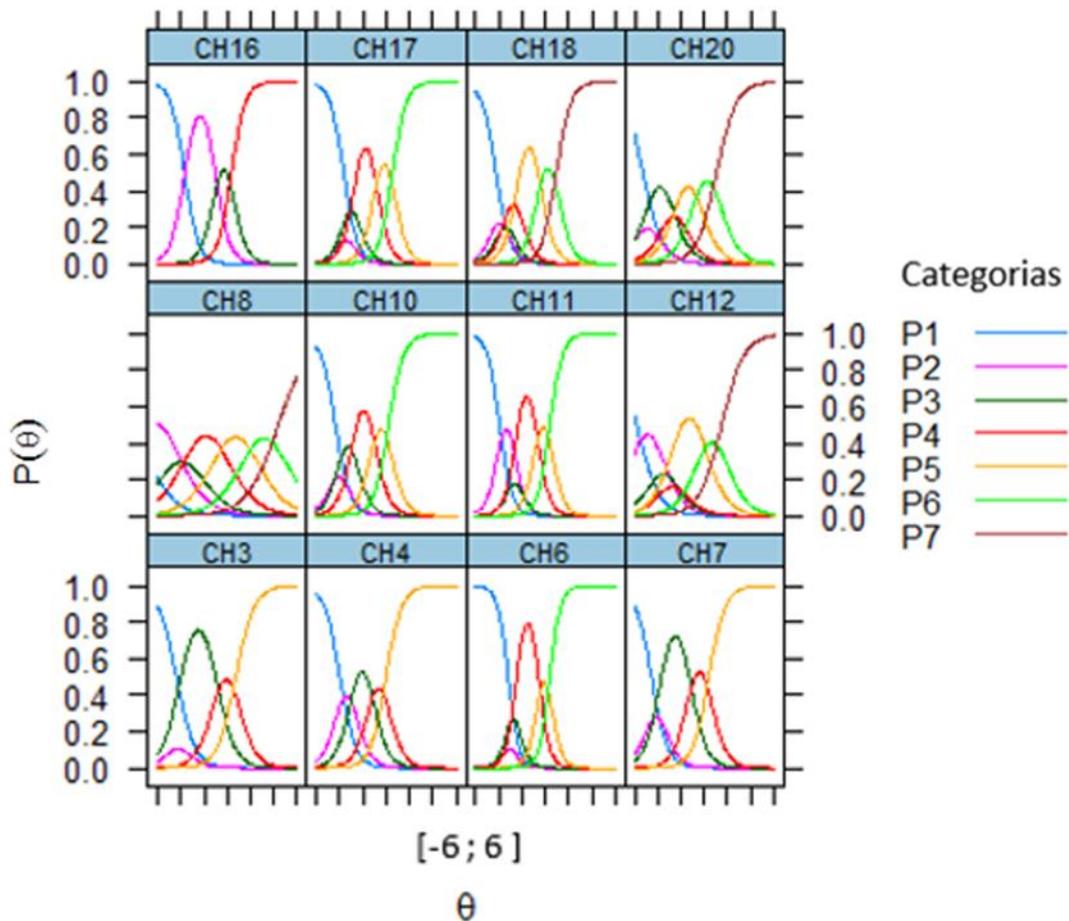


Figura 26: Curvas características dos itens para o modelo *xgraded41* (1 dim).

Fazendo a análise gráfica curva característica do teste (CCT) (Figura 27), observa-se que o teste apresenta boa capacidade de discriminação no intervalo  $-4,0 < \theta < 0,0$ , observando-se igualmente a relativa facilidade sentida pelos inquiridos em concordar com as questões colocadas (Baker, 2001). Através da curva de informação do teste (CIT), observa-se que o modelo traduz um máximo de informação ( $I(\theta) \approx 8$ ), com maior precisão no intervalo  $-6,0 < \theta < 2,2$  (Baker, 2001). Sublinha-se neste contexto que a CIT corresponde à soma das funções de informação dos itens (FII) (Baker, 2001). Por outro lado, como vimos, a CIT representa a precisão do modelo, *i.e.*, mais informação significa que menor é o erro padrão associado (Chalmers, 2015), ou, por outras palavras, a qualidade do teste na medição da habilidade em análise (Bortolotti *et al.*, 2012).

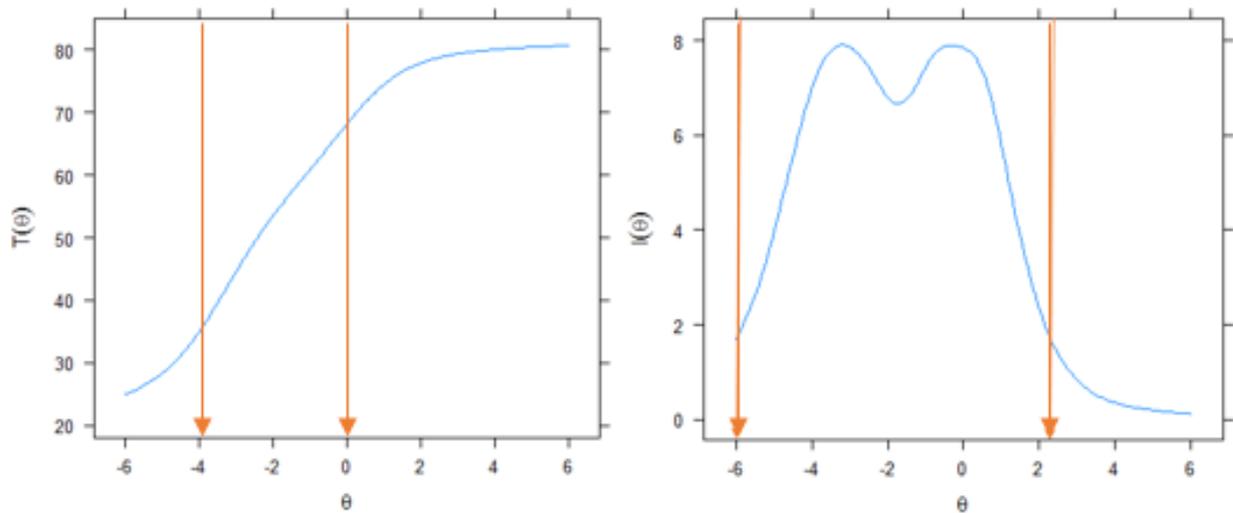


Figura 27: Curvas característica (CCT) e de informação do teste (CIT) para o modelo *xgraded41* (1 dimensão).

Fazendo uma análise mais detalhada do item CH20, por exemplo, podemos observar que este item possui 7 categorias de resposta

Tabela 21), de '1-Discordo completamente' a '7-Concordo plenamente', ainda que tenha recebido apenas uma resposta para a categoria '1-Discordo completamente' e uma para a categoria '2-Discordo Bastante' (Figura 28). Observa-se igualmente que são as categorias de concordância, '5-Concordo' e '6-Concordo bastante', com a questão colocada que obtêm maior frequência de respostas. A mesma análise poderá ser feita para os outros itens.

Tabela 21: Estatísticas descritivas do item CH20.

Item	Mediana	Mínimo	Máximo
CH20	6,00	1,00	7,00

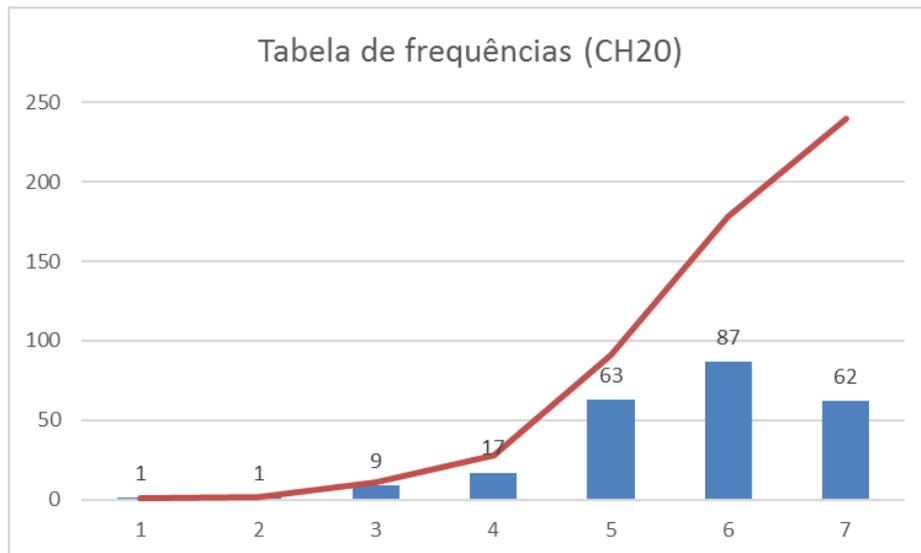


Figura 28: Frequência de respostas do item CH20.

Observando as CCI e CII do item 'CH20 - Os trabalhadores que dão geralmente o seu melhor, fazem com que a organização se destaque das outras no seu setor.' (

Figura 29), verifica-se a facilidade relativa do item. Observa-se ainda que indivíduos com níveis de habilidade  $\theta > -2.14$  (b4) tendem a concordar com a afirmação proposta, enquanto que indivíduos com  $\theta < -3.05$  (b3) têm maior probabilidade de responder apenas às categorias P1, P2 e P3.

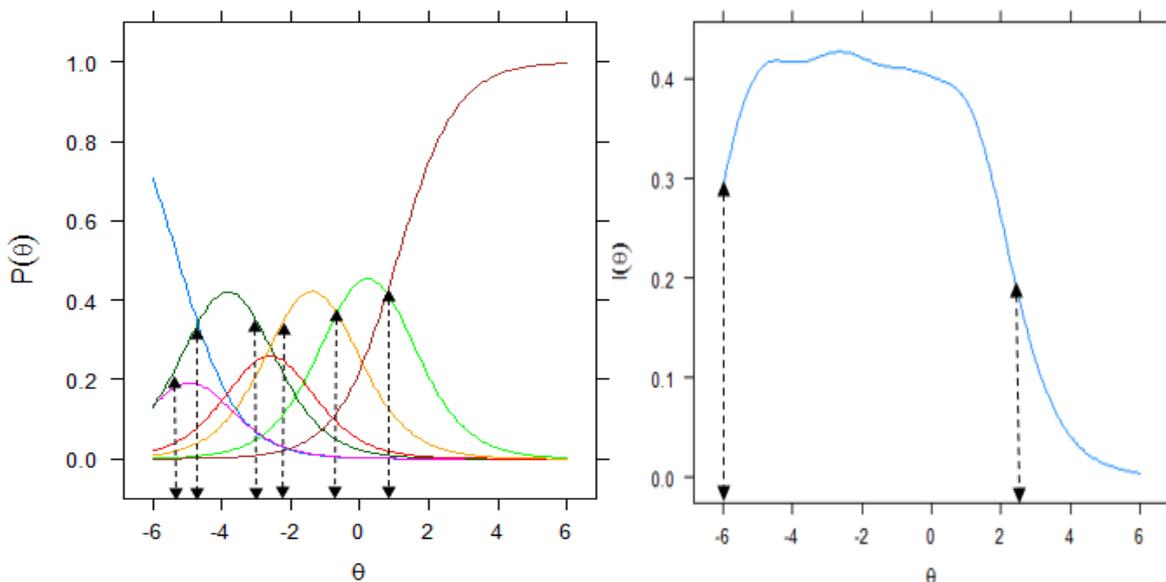


Figura 29: Curvas caraterística (CCI) e de informação (CII) do item CH20.

Por outro lado, verifica-se também que indivíduos com  $\Theta_{(P5)} > -1,5$  tendem a concordar com a questão colocada em questionário, sendo que apenas indivíduos com  $\Theta > 1$  tendem a ‘Concordar plenamente’. No que se refere à função de informação ( $I$ ), verifica-se que o item CH20 representa maior quantidade de informação no intervalo  $-6,0 < \Theta < 2,5$ . Porém, essa informação é obtida com moderada precisão ( $I \approx 0,4$ ).

Comparativamente, verifica-se que o item ‘CH11 - Os trabalhadores na organização deverão consistentemente desempenhar no seu melhor.’ (Figura 30), embora com grau de dificuldade ( $b$ ) semelhante, revela maior capacidade de discriminação ( $a_{P4}=1,86$ ). No que se refere à informação ( $I$ ), verifica-se que ela é obtida com maior precisão ( $I \approx 1,0$ ).

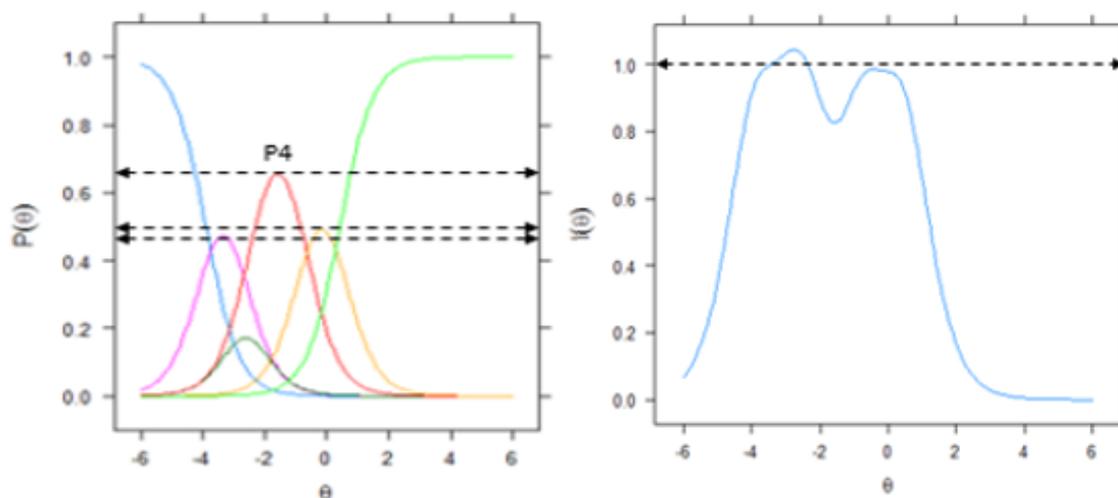


Figura 30: Curvas caraterística (CCI) e de informação (CII) do item CH11.

### **Pontuação do teste**

A título ilustrativo, é efetuada a pontuação do teste por aplicação da função *f*scores do pacote {mirt} em **R**. Esta função permite a comparação de indivíduos, em função do grau de habilidade demonstrado através do padrão de respostas obtido, ou de grupos de indivíduos. As pontuações são obtidas por ponderação da probabilidade de resposta em cada categoria do item, com aplicação do método EAP (*expected a posteriori*) (Chalmers, 2015). Os resultados foram obtidos com fiabilidade marginal (0,86) (Anexo II: Tabela pontuação). Na Tabela 22 são apresentados os primeiros 20 classificados no teste realizado, a pontuação (F1) e o erro padrão associado a cada medição (SE\_F1).

Tabela 22: Classificações obtidas com erro padrão.

<b>Inquirido n.º</b>	<b>F1</b>	<b>SE_F1</b>
[201,]	2,264288442	0,60
[8,]	2,125010383	0,56
[203,]	2,125010383	0,56
[5,]	1,967847881	0,54
[92,]	1,967847881	0,54
[123,]	1,967847881	0,54
[229,]	1,967847881	0,54
[210,]	1,961145052	0,54
[32,]	1,909109874	0,53
[89,]	1,873477021	0,53
[121,]	1,870614432	0,53
[87,]	1,851001740	0,53
[146,]	1,799094583	0,54
[105,]	1,701833192	0,49
[30,]	1,690561279	0,52
[128,]	1,608962596	0,48
[144,]	1,528864381	0,46
[108,]	1,464935638	0,47
[147,]	1,464935638	0,47
[126,]	1,450097770	0,46

## 4.2. Limitações do método

As principais limitações do método aplicado, identificadas ao longo deste trabalho de investigação, foram:

1 - a problematização das questões de partida e delimitação do contexto de análise, a respetiva formulação de hipóteses e constituição dos objetivos de trabalho, e o necessário cruzamento de dados, pode limitar o campo de investigação;

2 - a utilização do inquérito para aquisição de dados empíricos, assim como o numero reduzido de elementos, quer inquiridos quer dos itens colocados em questionário, pode condicionar a qualidade dos resultados obtidos;

3 - a construção de escalas de medição por teoria e a qualificação e interpretação de traços psicológicos, associada à complexidade dos dados em análise e do processo estatístico aplicado, pode ser suscetível a desvios introduzidos pela subjetividade do investigador;

4 - o fator tempo, aspeto limitante sempre presente em trabalhos desta natureza, associado à escassez de bibliografia identificada no âmbito do tema em análise, pode condicionar o processo de investigação.

### 4.3. Propostas de trabalho futuro

Tendo em vista a realização de trabalhos futuros, propõe-se:

1 - o desenvolvimento do questionário aplicado, com a construção de novas questões que permitam caracterizar numa maior abrangência de escala a habilidade em análise, validadas, tendo em vista o contributo para um banco de itens, que permitam a realização de estudos comparativos e temporais baseados, nomeadamente, em processos de equalização;

2 - a realização de estudos confirmatórios das conclusões aqui alcançadas, nomeadamente a investigação de grupos discriminantes (*DIF-differential item functioning*), e o trabalho com populações multidimensionais e grupos distintos, de uma mesma população e de populações diferentes, pontuais e temporais;

3 - a construção de um modelo de monitorização contínua do CIH adquirido, que inclua o planeamento de estratégias de aprendizagem ativa e a realização de estudos complementares que atestem a correlação dos resultados obtidos em teste e o desempenho demonstrado em contexto real (validade preditiva);

4 - desenvolvimento de um sistema de gestão do conhecimento (aquisição, conservação e disseminação), para o apoio à tomada de decisão no planeamento e coordenação das políticas de administração académica do conhecimento, nomeadamente através do reforço das oportunidades de cooperação com as empresas.

## **5. Conclusão**

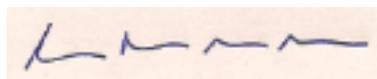
Conclui-se neste trabalho que o modelo testado para a medição do capital intelectual humano (CIH) pela teoria de resposta ao item (TRI) aplicado aos alunos finalistas dos cursos de 1º ciclo do ISEL, permite estimar com segurança o traço psicológico (habilidade) em estudo, dando assim resposta ao problema de investigação proposto.

O modelo testado produz resultados coerentes com o quadro teórico subjacente, sendo capaz de discriminar indivíduos pelo padrão de respostas (sensibilidade) obtidas em inquérito por questionário (estímulo), mostrando-se adequado às melhores práticas organizacionais para a gestão do conhecimento, numa perspetiva de excelência organizacional.

## **Epílogo**

*Encerra-se esta dissertação defendendo o importante trabalho que o ISEL tem vindo a desenvolver na formação técnica da classe de engenharia, nomeadamente ao nível da inovação e do desenvolvimento de estruturas, métodos e conceitos. Torna-se agora oportuno consolidar o seu lugar na sociedade, através da preparação daqueles que virão no futuro a constituir os pilares da inovação tecnológica e do desenvolvimento industrial e económico, que são os trabalhadores do conhecimento, para a mudança de paradigma que se avizinha, e que é a transição para a sociedade do conhecimento.*

*Este trabalho constitui afinal apenas um pequeno contributo para a teoria da gestão do conhecimento. Importa agora desenvolver estratégias de exploração e implementação efetiva deste instrumento de medição do capital intelectual humano (CIH), necessárias para a concretização das melhores práticas organizacionais e dos princípios da excelência organizacional.*

A handwritten signature in blue ink, consisting of a series of connected, stylized loops and lines, positioned on a light-colored rectangular background.

## Referências Bibliográficas

- Aho, K, Derryberry, W & Peterson, T 2014, 'Model selection for ecologists: the worldviews of AIC and BIC', *Ecology*, 95(3), pp. 631-636.
- Alipour, M 2009, 'A study on the job training effectiveness', *International Journal of Business and Management*, vol. 4, n.º 11, pp. 63-68.
- Andrade, JM, Laros, JA & Gouveia, VV 2010, 'O uso da teoria de resposta ao item em avaliações educacionais: diretrizes para pesquisadores', *Avaliação Psicológica*, 9(3), pp. 421-435.
- Andrade, DF, Tavares, HR & Valle, RC 2000, 'Teoria da Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações', *4º SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA (SINAPE)*, 24 a 28 de julho, ABE, Caxambu.
- Araújo, EAC, Andrade, DF & Bortolotti, SLV 2009 'Teoria de Resposta ao Item', *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 43, pp. 1000-1008.
- Araújo, ALSO, Santos, JS, Melo, MRA, Andrade, WL, Guerreiro, DDS, Figueiredo, JCA, 'Teoria de Resposta ao Item', in Jaques, PA, Pimentel, M, Siqueira S, Bittencourt I (Org.) *Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa de Pesquisa*. Porto Alegre: SBC, 2019. (Série Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação, v. 2). Disponível em: <<http://metodologia.ceie-br.org/livro-2>>.
- Arazaki, PK, Steil, AV & Santos N. 2017, 'Sistemas de memória em organizações intensivas em conhecimento: um caso de estudo', *Revista Espacios*, vol. 38, n.º 4. ISSN:0798 1015
- Ariani, MG & Mirdad, F 2015, 'The effect of school design on student performance', *International Education Studies*, vol. 9, n.º 1, pp. 175-181. ISSN: 1913-9020.
- Ayala, RJ 2019, 'Item response theory and Rasch modeling', in Hancock, G, Stapleton, LM & Mueller, RO (ed), *The Reviewers Guide to Quantitative Methods in the Social Sciences*, Routledge, New York. ISBN:978-1-138-80013-7
- Baker, FB 2001, *The Basics of Item Response Theory*, ERIC, Boston. ISBN:1-886047-03-0
- Barbetta, PA 2010, *Estatística Aplicada às Ciências Sociais*, Editora UFSC, Florianópolis. ISBN:978-85-328-0604-8
- Barcelos, RS 2017, *Análise do instrumento de medida utilizado na autoavaliação institucional da UFSM aplicado aos seus discentes, utilizando a teoria de resposta ao item (TRI)*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Santa Maria. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/12699>
- Bartlett, MS 1937, 'Properties of sufficiency and statistical tests', The Royal Society, Vol. 160, n.º 901. DOI:<https://doi.org/10.1098/rspa.1937.0109>
- Bass, R 1999, 'The scholarship of teaching: What's the problem?', *Inventio: Creative thinking about learning and teaching*, vol. 1, n.º 1, pp. 1-10.

- Beaton, AE & Allen, NL 1992, 'Interpreting scales through scale anchoring', *Journal of Educational Statistics*, vol. 17, n.º 2, pp. 191-204.
- Bontis, N 1998, 'Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models', *Management Decision*, 36/2, pp. 63–76.
- Bontis, N 1999, 'The Knowledge Toolbox: A Review of the Tools Available to Measure and Manage Intangible Resources', *European Management Journal*, Vol. 17, No. 4, pp. 391–402.
- Bortolotti, SLV, Junior, FJM, Bornia, AC, Junior, AFS & Andrade, DF 2012, Avaliação do nível de satisfação de alunos de uma instituição de ensino superior: uma aplicação da Teoria da Resposta ao Item, *Gestão da Produção*, v. 19, n. 2, pp. 287-302.
- Braga, BMA 2015, *Teoria de resposta ao item: o uso do modelo de Samejima como proposta de correção para itens discursivos*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Departamento de Matemática, Brasília. Disponível em: [http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19013/1/2015\\_BrunoMarxDeAquinoBraga.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19013/1/2015_BrunoMarxDeAquinoBraga.pdf)
- Brame, CJ 2016, 'Active learning' *Vanderbilt University Center for Teaching*. Disponível em: <https://cft.vanderbilt.edu/active-learning/>
- Brito, SMR 2019, Introductory Chapter: Active Learning-Beyond the Future, *IntechOpen*, DOI: 10.5772/intechopen.84758. Disponível em: <https://www.intechopen.com/online-first/introductory-chapter-active-learning-beyond-the-future>
- Cabrita, MR, Vaz, JL & Bontis, N 2007, 'Modelling the creation of value from intellectual capital: a Portuguese banking perspective', *International Journal of Knowledge and Learning*, Vol. 3, Nos. 2/3, pp. 266-280.
- Caraça, J 2003, *Do saber ao fazer: porquê organizar a ciência*, Gradiva, Lisboa. ISBN:972-662-316-2
- Carlos, PRO 2016, *Avaliações Externas de Grande Escala: Possíveis contribuições para o ensino da física*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas, Minas Gerais.
- Carmo, H & Ferreira, MM 2008, *Metodologias de investigação – Guia para autoaprendizagem*, Universidade Aberta, Lisboa. ISBN:978-972-674-231-9
- Chalmers, RP 2012, 'mirt: A Multidimensional Item Response Theory Package for the R Environment', *Journal of Statistical Software*, Vol. 48, N. 6. DOI:10.18637/jss.v048.i06
- Chalmers, RP 2015, *Multidimensional item response theory workshop*, York University, 10-11 de fevereiro. Disponível em: [https://philchalmers.github.io/mirt/extra/mirt-Workshop-2015\\_Day-1.pdf](https://philchalmers.github.io/mirt/extra/mirt-Workshop-2015_Day-1.pdf)
- Chalmers, RP 2019a, *mirt: Multidimensional Item Response Theory*. Disponível em: <https://cran.r-project.org/>
- Chalmers, RP 2019b, *mirt-package*, Grupos do Google. Disponível em: <https://groups.google.com/forum/?nomobile=true#!forum/mirt-package>.

- Christensson, C & Staaf, P 2019, *Promoting active learning in universities – Thematic Peer Group Report*, European University Association. Disponível em: <https://eua.eu/resources/publications/814:promoting-active-learning-in-universities-thematic-peer-group-report.html>
- Cicuto, CAT & Torres, BB 2016, 'Implementing na Active Learning Environment To Influence Student's Motivation in Biochemistry', *Journal of Chemical Education*, vol. 93, n.º 6, pp. 1020-1026. DOI:10.1021/acs7.jchemed.5b00965
- Cochran, WG 1977, *Sampling Techniques*, John Wiley, New York. ISBN:0-471-16240-X
- Cohen, J 1988, *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, Lawrence Earlbaum, New York. ISBN:0-8058-0283-5
- Colauto, RD & Beuren, IM 2005, 'Indicadores para avaliação da gestão do conhecimento em empresas comerciais', *Contabilidade, Vista & Revista*, v. 16, n. 3, pp. 63-82.
- Comissão Europeia (CE) 2018, *International Digital Economy and Society Index 2018*, European Commission. DOI: 10.2759/745483
- Conde, FN & Laros, JA 2007, 'Unidimensionalidade e a propriedade de invariância das estimativas da habilidade pela TRI', *Avaliação Psicológica*, 6(2), pp. 205-215.
- Costermans, J 2001, *As atividades cognitivas - Raciocínio, Decisão e Resolução de Problemas*, Quarteto Editora, Coimbra. ISBN: 9789728535582
- CRAN Project 2019, *The R Project for Statistical Computing*. Disponível em: <https://www.r-project.org/>
- Crozon, M 2004, 'Física', in LaCotardière (ed), *História das ciências*, Éditions Tallandier, Lisboa. ISBN:978-989-8285-18-8
- DeCoursey, WJ 2003, *Statistics and Probability for Engineering Applications*, Elsevier Science, Woburn. ISBN:0-7506-7618-3
- Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC) 2018, *Sumários Estatísticos CIS 2016 - Inquérito Comunitário à Inovação*, DGEEC, Lisboa. Consultado em: 20-02-2019, <http://www.dgeec.mec.pt>.
- Drasgow, F, Levine, MV, Tsien, BW & Mead, AD 1995, 'Fitting polytomous item response theory models to multi-choice tests', *Applied Psychological Measurement*, vol. 19, n. 2, pp. 143-165.
- Drucker, PF 1968, *The Age of Discontinuity: Guidelines to Our Changing Society*, Butterworth-Heinemann, Oxford. ISBN:9781483165424
- Drucker, PF 1993, *Post-Capitalist Society*, Harper Collins Publishers, New York. ISBN:0-88730-620-9
- Drucker, PF 2012, *Uma sociedade funcional*, Publicações Dom Quixote, Alfragide. ISBN:978-972-20-4926-9
- Eco, U 2011, *Como se faz uma tese em ciências humanas*, Editorial Presença, Barcarena. ISBN:978-972-23-1351-3

- Edvinsson, L & Malone, MS 1997, *Intellectual Capital*, Harper Collins Publishers, New York. ISBN:0-8873-841.4
- Elvira, C, Chainais, P & Dobigeon, N 2017, 'Bayesian nonparametric Principal Component Analysis', *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 5 a 9 de março, New Orleans.
- Emiliano, PC 2013, *Critérios de informação: como eles se comportam em diferentes modelos?*, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.
- Emiliano, PC, Veiga, EP, Vivanco, MJF & Menezes, FS 2010, *Critérios de informação de Akaike versus Bayesiano: análise comparativa*, 19º SINAPE, 26 a 30 de julho, São Paulo.
- Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) 2013, *Diagnóstico do Sistema de Investigação e Inovação: desafios, forças e fraquezas rumo a 2020*, Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT). Disponível em: [http://alfa.fct.mctes.pt/esp\\_inteligente/](http://alfa.fct.mctes.pt/esp_inteligente/).
- Fernandes, DBG 2012, *Crowdsourcing: quando? Como? Porquê?*, Projeto de Mestrado em Gestão, ISCTE Business School, Instituto Universitário de Lisboa.
- Freeman, S, Eddy, SL, McDonough, M, Okoroafor, N, Jordt, H & Wenderoth, MP 2014, 'Active learning increases student performance in science, engineering and mathematics', *Proceedings of the National Academy of Science*, vol. 111, n.º 23, pp. 8410-8415.
- Freixo, MJV 2012, *Metodologia científica – Fundamentos, métodos e técnicas*, Instituto Piaget, Lisboa. ISBN:978-989-659-114-4
- Gan, K & Saleh, Z 2008, 'Intellectual Capital and Corporate Performance of Technology-Intensive Companies: Malaysia Evidence', *Asian Journal of Business and Accounting*, 1, pp. 113-130.
- Maroco, J & Garcia-Marques, T 2006, 'Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas?', *Laboratório de Psicologia (I.S.P.A)*, 4(1), pp. 65-90.
- Giuliani, M, Chiucchi, MS & Marasca, S 2016, 'A history of intellectual capital measurements: from production to consumption', *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 17 No. 3, pp. 590-606.
- Godinho, MM 2007, 'Indicadores de C&T, inovação e conhecimento: onde estamos? Para onde vamos?', *Análise Social*, Vol. XLII (182), pp. 239-274.
- Goffin, RD & Helmes, E 2000, *Solutions on Human Assessment*, Springer Science and Business Media, New York. ISBN:978-1-4615-4397-8
- Goldoni, V & Oliveira, M 2006, 'Indicadores para o Processo de Gestão do Conhecimento: a Visão de Especialistas', *30º Encontro ANPAD*, 23 a 27 de setembro de 2006, ANPAD, Salvador.
- Hill, MM & Hill, A 2016, *Investigação por Questionário*, Edições Sílabo, Lisboa. ISBN:978-972-618-273-3

- Hooper, D, Coughlan, J & Mullen, M 2008, 'Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit', *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), pp. 53-60.
- Jarvis, CB, Mackenzie, SB & Podsakoff, PM 2003, 'A Critical Review of Construct Indicators and Measurement Model Misspecification in Marketing and Consumer Research', *Journal of Consumer Research*, Vol. 30, pp. 199-218.
- Joia, LA 2001, 'Medindo o capital intelectual', *Revista de Administração de Empresas*, v. 41, n. 2, pp. 54-63.
- Jolliffe, IT 2002, *Principal Component Analysis*, Springer, New York. ISBN:0-387-95442-2
- Johnson RA & Wichern, DW 2007, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Pearson education, New Jersey. ISBN:978-0-13-187715-3+
- Junior, FJM, Zanella, A, Lopes, LFD & Seidel, EJ 2015, 'Avaliação da satisfação de alunos por meio do Modelo de Resposta Gradual da Teoria da Resposta ao Item', *Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 23, n. 86, pp. 129-158.
- Kaiser, HF 1974, 'An index of factorial simplicity', *Psychometrika*, Vol. 39, n.º 1, pp. 31-36.
- Kang, T & Chen, TT 2007, 'An Investigation of the Performance of the Generalized S-X2 Item-Fit Index for Polytomous IRT Models', *ACT Research Report Series*, 2007-1.
- Khalid, F 2018, 'The Choreography of Talent Development in Higher Education', *Higher Education Studies*, Vol. 9, n.º 1, pp. 40-52. ISSN:1925-4741
- Koch, GR, Leitner, KH & Bornemann, M. 2000, 'Measuring and reporting intangible assets and results in a European Contract Research Organization', *OECD Conference Benchmarking Industry-Science Relationships*, 16 e 17 de outubro de 2000, Berlim.
- LaCotardière, P 2010 (ed), *História das ciências*, Éditions Tallandier, Lisboa. ISBN:978-989-8285-18-8
- LaHuis, DM, Clark, P & O'Brian, E 2011, 'An Examination of Item Response Theory Item Fit Indices for the Graded Response Model', *Organizational Research Methods*, 14(1), pp. 10-23.
- Laloux, F 2014, *Reinventing organizations - A guide to creating organizations inspired by the next stage of human consciousness*, Nelson Parker, Brussels. ISBN:978-2-960133-50-9
- Lenth, RV 2001, 'Some Practical Guidelines for Effective Sample-Size Determination', *The American Statistician*, Vol. 55, No. 3, pp. 187-193.
- Lewin, K 2004, *Resolving Social Conflicts & Field Theory in Social Science*, American Psychological Association, Washington. ISBN:1-55798-415-8
- Linden, WJ 2010, 'Item Response Theory', *International Encyclopedia of Education*, vol. 4, pp. 81-88.

- Linden, WJ & Hambleton, RK 1997 (eds), *Handbook of modern item response theory*, Springer, New York. ISBN: 0-387-94661-6
- Machlup, F 1973, *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*, Princeton University Press, New Jersey. ISBN:9780691003566
- Mafrá, PMR 2011, *Proposta de uma sistemática para a modelagem de risco de crédito sob a perspectiva da teoria da resposta ao item*, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/95148>
- Manzari, M, Kazemi, M, Nazemi, S & Pooya, A 2012, 'Intellectual capital: Concepts, components and indicators: A literature review', *Growing Science*. DOI:10.5267/j.msl.2012.07.018
- Marcoulides, GA & Moustaki, I 2002, *Latent Variable and Latent Structure Models*, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey. ISBN:0-8058-4046-X
- Matošková, J 2016, 'Measuring Knowledge', *Journal of Competitiveness*, 8 (4), pp. 5-29.
- Mello, LA 2014, *Validação de um instrumento de avaliação de desempenho de coordenadores de curso pela teoria de resposta ao item*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Santa Maria. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/4700>
- Mention, A & Bontis, N 2013, 'Intellectual Capital and Performance within the Banking Sector of Luxembourg and Belgium', *Journal of Intellectual Capital*, 14, pp. 286-309.
- Mhedhbi, I 2013, 'Identifying The Relationship Between Intellectual Capital And Value Creation Of The Company Using Structural Equations Analysis- The Case Of Tunisia', *Journal of Business Studies Quarterly*, Vol. 5, No. 2. ISSN:2152-1034
- Mishra, SP, Sarkar, U, Taraphder, S, Datta, S, Swain, DP, Saikhom, R, Panda, S & Laishram, M 2017, 'Multivariate Statistical Data Analysis- Principal Component Analysis (PCA)', *International Journal of Livestock Research*. DOI 10.5455/ijlr.20170415115235
- Moreira, AC 2007, 'Comparação da Análise de Componentes Principais e da CATPCA na Avaliação da Satisfação do Passageiro de uma Transportadora Aérea', *Investigação Operacional*, n.º 27, pp. 165-178.
- Mueller, RO & Knapp, T 2019, 'Reliability and Validity', in Hancock, GR, Stapleton LM & Mueller, RO (ed.), *The reviewer's guide to quantitative methods in the social sciences*, Routledge, Nova York. ISBN:978-1-138-80013-7
- Nazem, F & Mozaiini, M 2014, 'Validation scale for measuring organizational learning in higher educational institutes', *European Journal of Experimental Biology*, 4(1), pp. 21-27.
- Nonaka, I 1994, 'A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation', *Organization Science*, Vol. 5, No. 1, pp. 14-37.

Nunally, JC & Bernstein, IH 1994, *Psychometric Theory*, McGraw-Hill, New York. ISBN:0-07-047849-X

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económica (OECD) 2017, *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The digital transformation*, OECD Publishing, Paris. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264268821-en>

Pasquali, L 2017, *Psicometria – Teoria dos Testes na Psicologia e na Educação*, Editora Vozes, Rio de Janeiro. ISBN:978-85-326-5612-4

Popp, JA 1975, *What is the Problem of Construct Validity?*, ERIC Number: ED109248. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED109248.pdf>

Quivy, R & Campenhoudt, LV 2008, *Manual de Investigação em Ciências Sociais*, Gradiva, Lisboa. ISBN: 9789726622758

Reiman, C, Filzmoser, P, Garret, R & Dutter, R 2008, *Statistical Data Analysis Explained: Applied Environmental Statistics with R*, Wiley & Sons, Ltd. ISBN:978-0-470-98581-6

Reis, E, Melo, P, Andrade, R & Calapez 2016, *Estatística Aplicada 2*, Edições Sílabo, Lisboa. ISBN:978-972-618-841-4

Revelle, W 2018, *Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research*. Disponível em: <https://personality-project.org/r/psych-manual.pdf>

Rizopoulos, D 2006, 'Irm: an R package for latent variable modeling and item response theory analyses', *Journal of Statistical Software*, vol. 17, n. 5.

Rockich-Winston, N, Train, BC, Rudolph MJ & Gillette C 2017, 'Currents in Pharmacy Teaching and Learning'. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.cptl.2017.11.015>

Samejima, F 1997, 'Graded response model', in Linden, WJ & Hambleton, RK (eds), *Handbook of modern item response theory*, Springer, New York. ISBN:0-387-94661-6

Sandroni, P 1999, *Novíssimo Dicionário de Economia*, Editora Best Seller, São Paulo. ISBN:978-85-712-3654-7

Santos, BS 1995, *Introdução a uma ciência pós-moderna*, Edições Afrontamento, Porto. ISBN:9789723602074

Santos, BS 1999, *Pela mão de Alice: O social e o político no pós-moderno*, Edições Afrontamento, Porto. ISBN:972-36-0330-6

Santos, R, Azevedo, J & Pedro, L 2015, 'Literacia(s) digital(ais): definições, perspetivas e desafios', *Media & Jornalismo*, Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, Vol. 15, No. 2, pp. 27-44.

Schneider, L, Chalmers, RP, Debelak, R & Merkle, EC 2019, 'Model selection of nested and non-nested item response models using Vuong tests', *Multivariate Behavioral Research*. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00273171.2019.1664280>

- Schumacker, RE & Lomax, RG 2016, *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling*, Routledge, New York. ISBN:978-1-138-81190-4
- Schwab, K 2017, *A Quarta Revolução Industrial*, Levoir, Lisboa. ISBN:978-989-682-709-0
- Schwab, K 2019, *Moldando a Quarta Revolução Industrial*, Levoir, Lisboa. ISBN:978-989-682-793-9
- Secundo, G, Dumay, J, Schiuma, G & Passiante, G 2016, 'Managing intellectual capital through a collective intelligence approach: An integrated framework for universities', *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 17 No. 2, pp. 298-319.
- Senna, V, Noro, GB, Junior, AVL & Souza, AM 2015, 'O uso de indicadores de desempenho na gestão do conhecimento em projetos de um curso de graduação', *REUNA*. ISSN:2179-8834
- Shasti, S, Amirkhani, AS & Ghasemi, SH 2016, 'Evaluation of Influence of Intellectual Capital on Human-Structural-Relational Capitals and Performance in a Food Product Company', *International Journal of Humanities and Cultural Studies*. ISSN:2356-5926
- Shlens, J 2014, 'A Tutorial on Principal Component Analysis', *Systems Neurobiology Laboratory*, Salk Institute for Biological Studies. Consultado em: 16-12-2018, <http://www.brainmapping.org/NITP/PNA/Readings/pca.pdf>
- Silva, NAM, Lana, AMQ, Silva, FF, Silveira, FG, Bergman, JAG, Silva, MA & Toral, FLB 2011, 'Seleção e classificação multivariada de modelos de crescimento não lineares para bovinos Nelore', *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 63, n.º 2, pp. 364-371.
- Silveira, FL 2002, 'A Teoria do Conhecimento de Kant: O idealismo transcendental', *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 19, pp. 28-51.
- Silveira, SKR, Schnorrenberger, D, Gasparetto, V & Lunkes, RJ 2017, 'Abordagens de avaliação de ativos intangíveis: uma revisão da literatura', *Revista Catarinense da Ciência Contábil*, v. 16, n. 47, pp. 9-25.
- Sireci, S 2007, 'On Validity Theory and Test Validation', *Educational Researcher*, 36(8), p. 477-481. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/4621103>
- Stevens, SS 1946, 'On the Theory of Scales of Measurement', *Science*, v. 19, n. 2684, pp. 677-680.
- Stewart, TA 1999, *Intellectual capital*, Doubleday, New York. ISBN:0-385-48381-3
- Stewart, TA 2001, *The Wealth of Knowledge – Intellectual capital and the twenty-first century organization*, Doubleday, New York. ISBN:0-385-50071-8
- Sveiby, KE 1997, *The new organizational wealth*, Berret-Koehler Publishers, Inc., San Francisco. ISBN:1-57675-014-0
- Sveiby, KE 2001, 'A knowledge-based theory of the firm to guide in strategy formulation', *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 2, No. 4, pp. 344-358.

Sveiby, KW & Lloyd, T 1998, *Managing Knowhow - Add Value ... by Valuing Creativity*, Bloomsbury Publishing Limited, London. ISBN:0 7475 0073 8

Timsal, A, Awais, M & Shoaib, O 2016, 'On job training and its effectiveness: An employee perspective', *South Asian Journal of Banking and Social Sciences*, vol. 2, n.º 1. ISSN:2410-2067

Vargas, VCC 2007, *Medida padronizada para avaliação de intangíveis organizacionais por meio da teoria da resposta ao item*, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/90026>

Vargas, VCC, Selig, PM, Andrade, DF & Ribeiro, JLD 2008, 'Avaliação dos intangíveis: uma aplicação em capital humano', *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 15, n. 3, p. 619-634. DOI: 10.1590/S0104-530X2008000300015

Velicer, WF 1976, 'Determining the number of components from the matrix of partial correlations', *Psychometrika*, Vol. 1, n.º 3, pp. 321-327.

Venables, WN & Smith, DM 2018, *An Introduction to R*. Disponível em: <https://cran.r-project.org/manuals.html>

Verzani, J 2011, *Getting started with RStudio*, O'Reilly Media Inc, Sebastopol, CA. ISBN:978-1-449-30903-9

Vidotto, JDF, Ferenhof, HA, Selig, PM & Bastos, RC 2017, 'A human capital measurement scale', *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 18 No. 2, pp. 316-329.

Vagenmakers, EJ & Farrel, S 2004, AIC model selection using Akaike weights, *Psychometric Bulletin & Review*, 11 (1), pp. 192-196.

Wilson, M & Gochyyev, P 2013, 'Psychometrics', in Teo, T (ed), *Handbook of Quantitative Methods for Educational Research*, Sense Publishers, Rotterdam. ISBN:978-94-6209-403-1

Wyse, AE 2017, 'Scale anchoring with the Rasch model', *Journal of Applied Measurement*, 18(1), pp. 43-53.



## **Anexos**

### Anexo I: Questionário do CIH

- Carta de apresentação v2.pdf
- Questionario CIH v2.pdf
- Questionários recolhidos (1 a 124).pdf
- Questionários recolhidos (125 a 257).pdf
- Tabela de itens CIH.pdf

### Anexo II: Tabelas de dados

- Tabela componentes.xlsx
- Tabela de resultados 28-01-2019.xlsx
- Tabela describe.xlsx
- Tabela fiabilidades.xlsx
- Tabela IRT.xlsx
- Tabela IRT2.xlsx
- Tabela pontuação.xlsx
- TabelaRL.xlsx

### Anexo III: Projeto DM\_AB\_Conhecimento

- DM\_Conhecimento
  - DM\_AB\_Conhecimento.Rproj
- DM\_Conhecimento.R



## **Glossário**

Avaliadores estatísticos – critérios que permitem a meta análise do aspeto estatístico.

Calibração – processo de estimação dos parâmetros dos itens aplicados e do teste; este processo pode ser realizado em conjunto ou faseadamente.

Capital intelectual – conjunto constituído pelo conhecimento, informação e experiência disponíveis para criar valor; os ativos intangíveis de uma organização.

Capital intelectual humano – capacidades intelectuais individuais.

Conhecimento – conjunto das capacidades intelectuais, cognitivas e experienciais, individuais; componente imaterial (intangível) do processo produtivo ou de criação de valor.

*Crowdsourcing* – consiste na prática de obter informações ou contributos para uma tarefa ou projeto angariando os serviços de um grande número de pessoas, pagas ou não, geralmente pela *Internet*.

DIF (*diferencial item functioning*) – discriminação de grupos, causada, por exemplo, pela maior familiaridade ou interesse do inquirido pelo tema em análise.

Economia do conhecimento – sistema económico baseado no conhecimento intensivo.

Empresas do Conhecimento – aquelas que baseiam a sua atividade mais nos bens intangíveis (imateriais) que nos tangíveis (materiais), também designadas de conhecimento intensivo.

Episteme – do grego *episteme*, designa o conhecimento verdadeiro, racional e científico, em contrapartida à opinião infundada ou irrefletida; paradigma comum aos diversos saberes humanos em uma determinada época.

Equalização – processo de harmonização que permite a comparação de testes distintos, por via de itens comuns ou aplicados à mesma população.

Estímulo – modificador de um comportamento de magnitude variável em função da sensibilidade do traço latente a esse modificador, p. ex. uma questão em questionário.

Gestão do conhecimento – conjunto de tecnologias e processos cujo objetivo é apoiar a criação, a transferência e a aplicação do conhecimento nas organizações.

Literacia digital – capacidade para o uso e conhecimento do funcionamento da tecnologia digital, tal como os computadores e dos programas informáticos que lhe estão associados.

Medida – grandeza determinada que serve de padrão para determinar outras.

Sociedade do conhecimento – paradigma social da atualidade baseada no conhecimento, também vulgarmente designada Sociedade da Informação ou Nova Economia; conceito desenvolvido pelo economista austro-americano Fritz Machlup.

*Thecnos* – do grego *téchné*: arte, habilidade.

Trabalhador do conhecimento – aquele que utiliza mais as suas capacidades intelectuais que as capacidades físicas na produção de valor.

Variável latente – são variáveis não diretamente observáveis, inferidas através de um modelo matemático de outras variáveis observadas (medidas diretamente).

## ***Índice remissivo***

capital estrutural: 6, 23;

capital humano: 6, 23, 25, 98;

capital intelectual: 6, 15, 16, 17, 37, 39;

humano: 4, 9, 17, 23, 24, 25, 26, 29, 62, 75, 77, 78, 82, 87, 89, 90;

conhecimento;

gestão do: 4, 9, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 54, 55, 62, 67, 71, 78, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 101, 102,

sociedade do: 102,

trabalhador do: 1, 3, 19, 20, 21, 26, 40, 94, 98, 100, 101,

literacia digital: 29, 101.