

Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Sistemas de Informação

Investigação e Desenvolvimento - I+D -

2007

João Álvaro Carvalho

Investigação + Desenvolvimento

Ciência
+
Tecnologia

Investigação -> Ciência
Desenvolvimento -> Tecnologia

Ciência

*

Conhecimento científico

Ciência - Conhecimento científico

- Conhecimento sobre regularidades dos *fenómenos* do mundo (físico, químico, biológico, humano, social, ...);
- Baseia-se em "observações" (percepção) desses fenômenos (factos, frequentemente registados de forma perene) à luz de uma determinada visão do mundo ("ontologias");
- Descrições de fenômenos, classificações, relações de causalidade, explicações;
- Teorias, modelos, enquadramentos (descrições das regularidades constatadas);
- Conhecimento cuja validade se exprime em termos de ajuste do modelo à realidade ("verdadeiro" ou "falso");
- Validade demonstrada segundo critérios aceites numa determinada comunidade;

Ciência - Conhecimento científico

- Regularidades constatadas em fenómenos...
...**verificadas** segundo procedimentos rigorosos e critérios partilhados numa comunidade científica!

Ciência - Conhecimento científico

- Alguns exemplos de regularidades **não** demonstradas cientificamente:
 - Provérbios
 - Astrologia
 - ...
 - O conhecimento científico corresponde a **senso comum** ao qual foi aplicado um filtro que visa eliminar possíveis (e prováveis) enfiamentos.

Ciência - Conhecimento científico

(Regularidades constatadas em fenómenos)

- Regularidades que **não evoluem** no espaço e no tempo
 - Fenómenos da "natureza" (física, química, biologia);
- Regularidades que **evoluem** no espaço e no tempo
 - Fenómenos que envolvem comportamentos de seres vivos, especialmente humanos (comportamento de indivíduos, de grupos ou da sociedade), quer devido a alterações no contexto em que esses comportamentos se desenrolam, quer devido a alterações internas a esses seres;

Ciência - Conhecimento científico

- Por vezes não são as regularidades que evoluem no espaço e/ou no tempo mas antes as **constatações** que fazemos dessas regularidades (e as respectivas descrições)!
 - **Exemplo:** Modelo geocêntrico versus modelo heliocêntrico do movimento dos astros;
- A evolução deve-se a:
 - melhoria das nossas capacidades de percepção (eventualmente ajudadas por artefactos entretanto criados) e consequente alteração dos padrões de "comportamento" reconhecidos;
 - melhorias nos modelos criados (imaginados) para descrever as regularidades;

Tecnologia

*

Conhecimento tecnológico

Tecnologia - Conhecimento Tecnológico

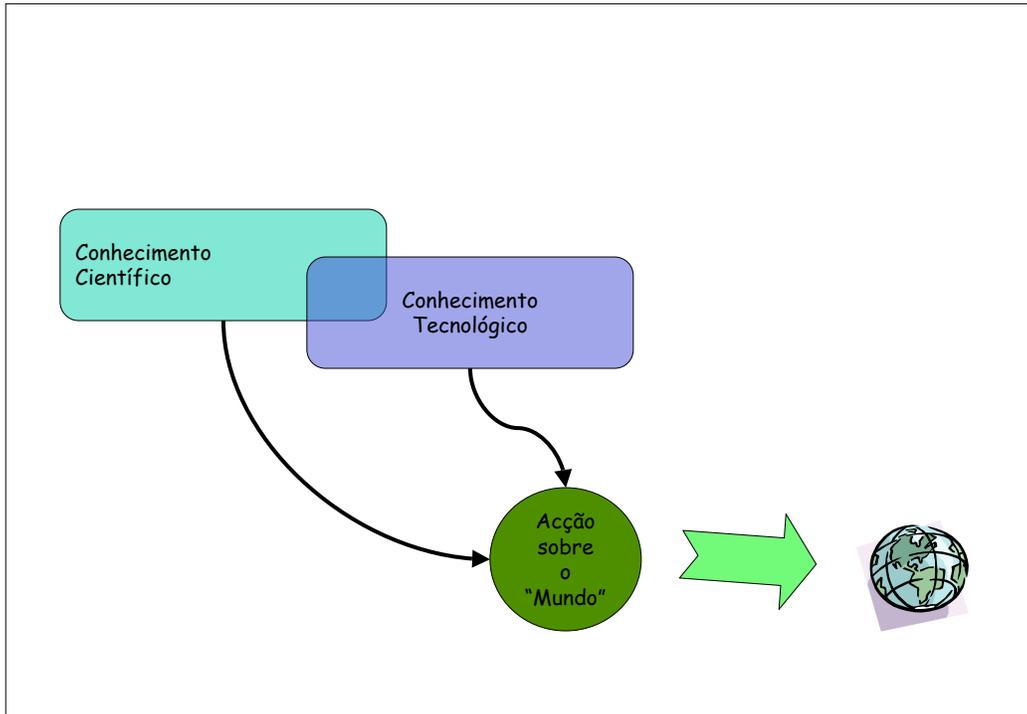
- Conhecimento sobre como actuar sobre o mundo (*know-how, savoir faire, saber fazer*);
- Métodos, técnicas, ferramentas, artefactos;
- Conhecimento cuja validade se exprime em termos de eficácia, eficiência, utilidade no âmbito da actividade em que é utilizado;
- Validade demonstrada segundo critérios aceites numa determinada comunidade;

Conhecimento Tecnológico

- "Não científico"
 - Conhecimento tecnológico desenvolvido com base em experiência prática, beneficiando frequentemente de constatações fortuitas;
- "Científico"
 - Conhecimento tecnológico desenvolvido por aplicação de conhecimento científico, eventualmente no âmbito de um esforço sistemático e metódico para melhorar a eficácia/eficiência/utilidade de determinada tecnologia (método, técnica ou ferramenta), ou para resolver um problema.
 - Esta forma de desenvolvimento tecnológico pode ser parcialmente suportado por métodos de suporte à inovação, sem prejuízo de poder usufruir de circunstâncias do acaso e de momentos de inspiração (imaginação criativa) por parte dos "desenvolvedores".

Conhecimento Tecnológico

- A tecnologia evolui sempre que é produzido um novo método, técnica ou ferramenta que:
 - não existia anteriormente;
 - de alguma forma, supera o desempenho do método, técnica ou ferramenta anteriormente existente.
- A evolução pode ocorrer como resultado de actos:
 - Fortuitos;
 - Deliberados/planeados.



Investigação
+
Desenvolvimento

Investigação + Desenvolvimento

- **Investigação**
 - Criação de conhecimento científico (pesquisa, inquérito, descoberta, experiências (experiments, experience), estudo, teoria, modelo, enquadramento, lei);
- **Desenvolvimento**
 - Criação de conhecimento tecnológico (artefacto, boas práticas, inovação, invenção, protótipo, patente, projecto piloto, benchmarking);

C+T e (algumas) actividades profissionais

- **Engenharia (1)**
 - Física, química, biologia, ciências da engenharia + tecnologias...
- **Engenharia (2)**
 - Ciências cognitivas, ciências da linguagem, + tecnologias da informação + tecnologias associadas á construção de produtos informáticos: programação e outras;
- **Engenharia (3) / "organizational design"**
 - Ciências da organização, comportamento organizacional, + tecnologias do design do trabalho, ...
- **Gestão**
 - Economia, psicologia, sociologia + técnicas de gestão
- **Medicina**
 - Química, biologia, fisiologia, psicologia, + tecnologias ...
- **Ensino**
 - Psicologia, teorias da aprendizagem + tecnologias (didática, desenvolvimento curricular, ...)

Contextos da I+D

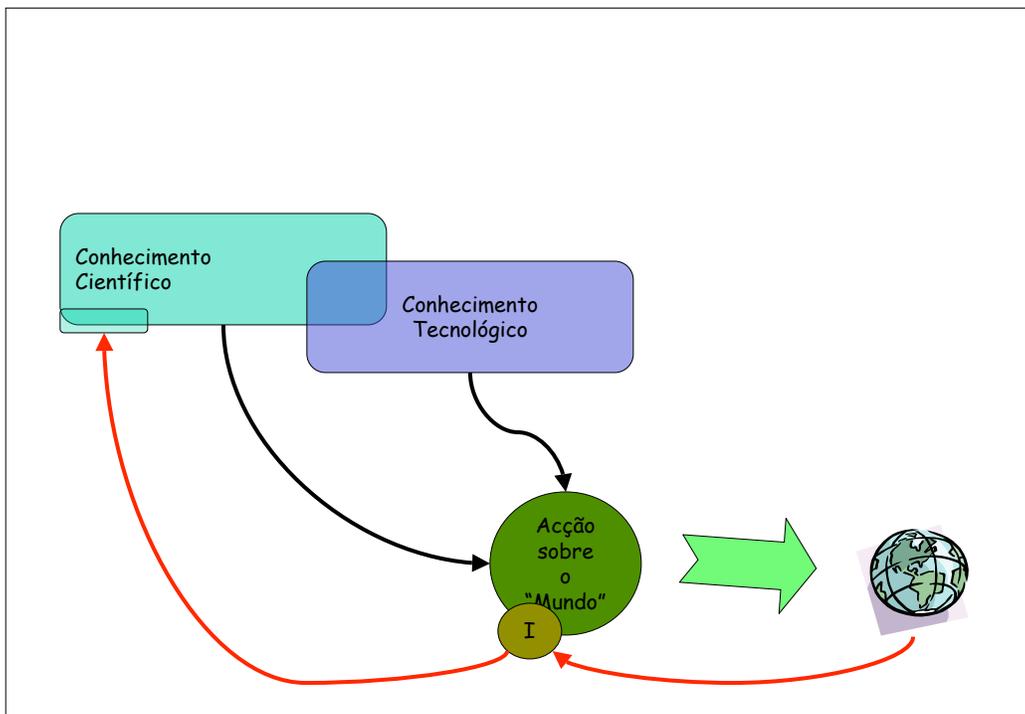
1. Acção fundamentada (com rigor) em actividades profissionais
 - Aprofundamento do conhecimento sobre um determinado fenómeno/situação antes de actuar;
2. Excelência na actividade profissional
 - Melhoria das práticas de uma profissão; criação de novas técnicas e ferramentas de apoio a uma actividade profissional;
3. Actividade de engenharia como actividade de "desenvolvimento"
 - Traduzida em artefactos que não comportam um alto nível de inovação;
4. I+D em instituições especializadas
 - Unidades de I+D em empresas; Laboratórios e centros de I+D.

Contextos da I+D

- Acção fundamentada (com rigor) no âmbito de actividades profissionais
 - Exemplo 1:
Uma Câmara Municipal pretende criar um serviço de informação para os seus munícipes. No entanto tem dúvidas sobre a aceitabilidade de tal serviço. Será que os munícipes têm condições de acesso à Internet? Será que os munícipes estarão dispostos a usar tal serviço? Que factores afectarão tal disponibilidade?

Contextos da I+D

- Acção fundamentada (com rigor) no âmbito de actividades profissionais
 - Exemplo 2:
Uma empresa pretende melhorar a sua eficiência através da adopção de aplicações das TSI. Antes de avançar com o processo de adopção pretende conhecer: o actual nível de eficiência; os principais factores que afectam essa eficiência.

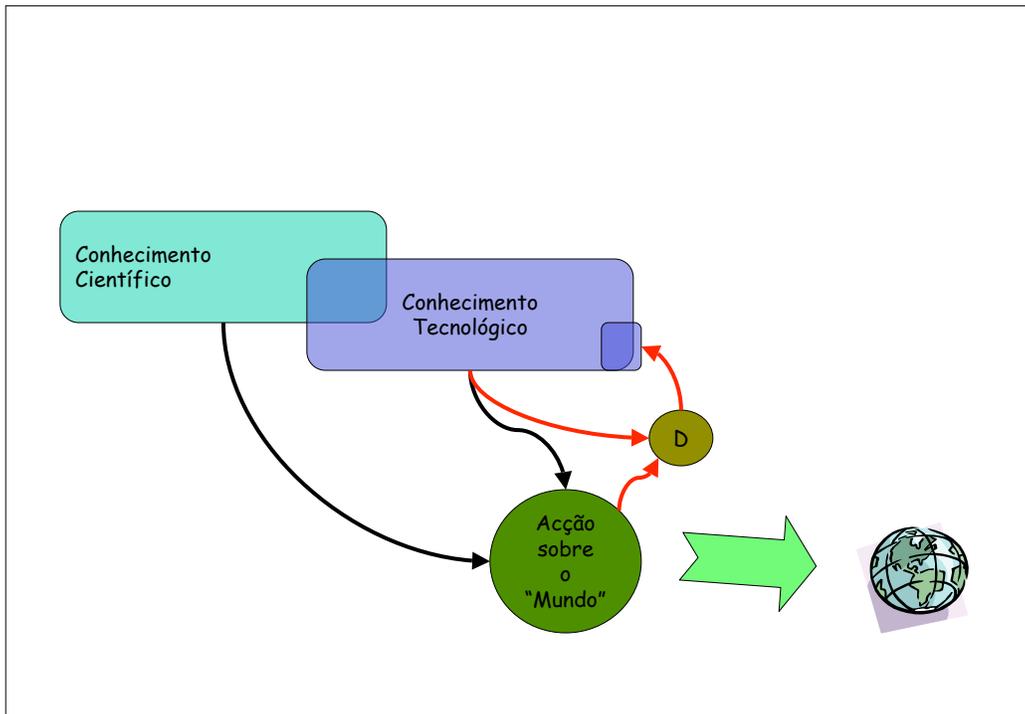


Contextos da I+D

- Excelência na actividade profissional
 - Exemplo 1
Um profissional de sistemas de informação apercebeu-se da relevância e potencial utilidade de princípios sistematizados na linguística e incorporou-os numa técnica de descrição de sistemas informáticos. A aplicação repetida da técnica permitiu apurá-la. Ao fim de algum tempo descreve essa nova técnica bem como o modo de a aplicar e publica essa descrição numa revista da especialidade.

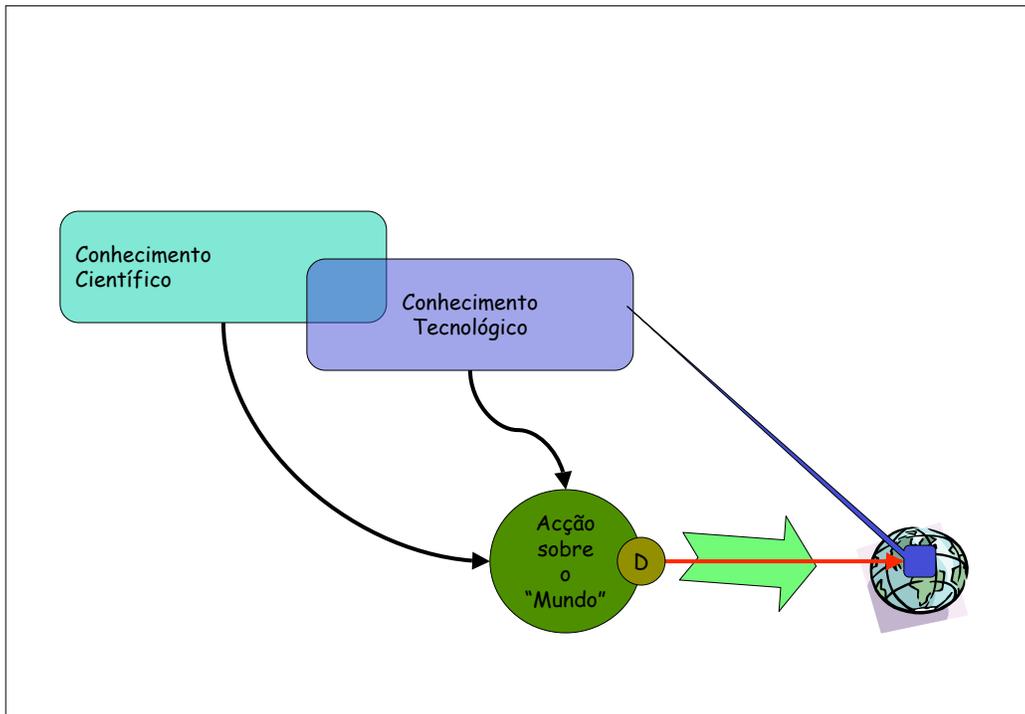
Contextos da I+D

- Excelência na actividade profissional
 - Exemplo 2
Após o repetido envolvimento num processo de desenvolvimento de um determinado tipo de aplicação informática, o engenheiro informático apercebe-se de regularidades nesse processo que não estão descritas nos manuais e demais literatura da área. Sistematiza então essas regularidades num novo modelo de processo que depois divulga entre os seus pares através da escrita de um artigo que publica numa publicação da ordem dos engenheiros.



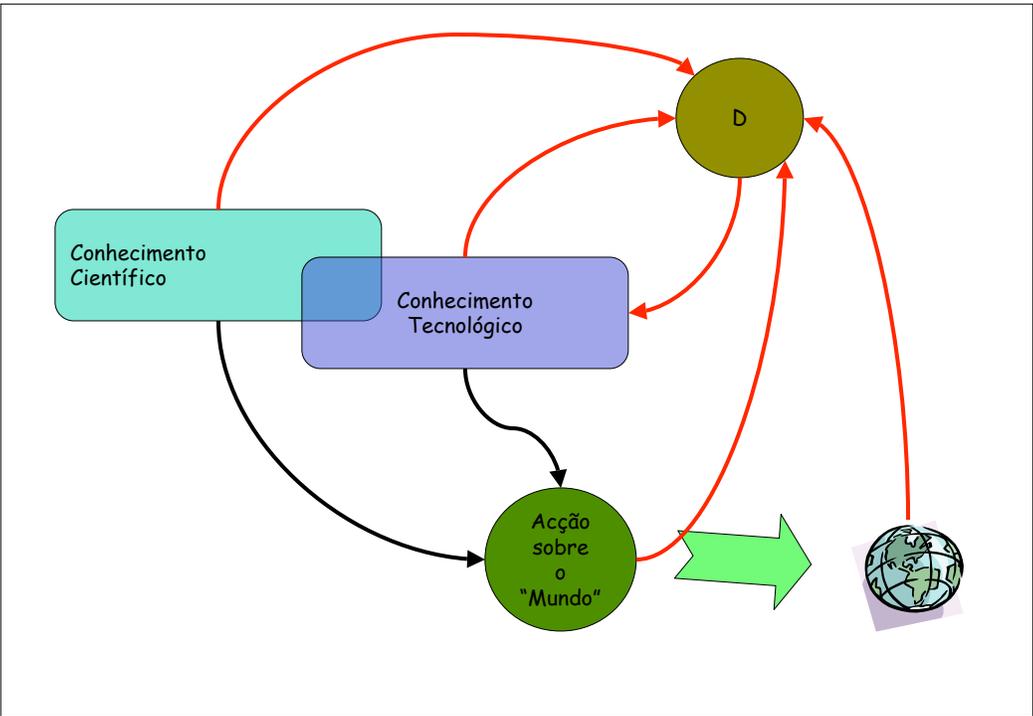
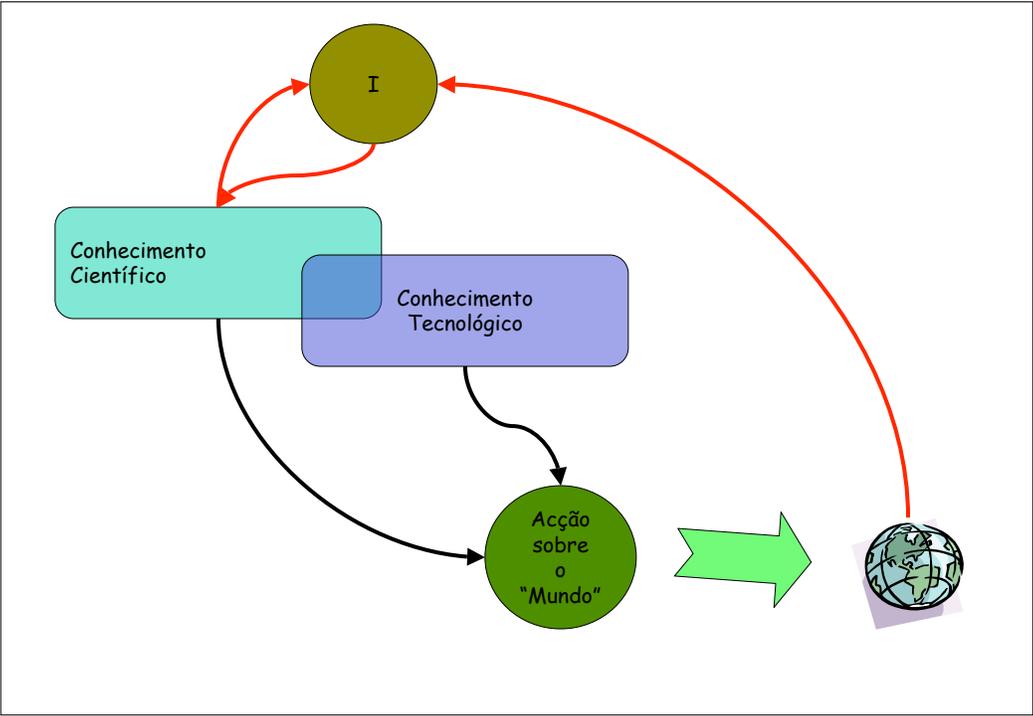
Contextos da I+D

- Actividade de engenharia como actividade de "desenvolvimento";
 - Exemplo 1
O desenvolvimento de uma nova aplicação informática, recorrendo a tecnologias estabilizadas;
 - Exemplo 2
O projecto e construção de uma ponte;



Contextos da I+D

- I+D em instituições especializadas
 - Unidades de I+D em empresas;
 - Laboratórios e centros de I+D
- A I+D executada de forma profissional e com o objectivo de contribuir para o aumento do conhecimento (com ou sem expectativas de retorno do investimento a curto-médio prazo).

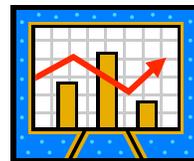


Alguns valores fundamentais na actividade de I+D

- Respeito pelos factos percebidos e registados;
- Honestidade intelectual;
- Rigor (recurso à matemática enquanto linguagem rigorosa, que facilita a aplicação de raciocínios lógicos sobre representações abstractas, evitando deste modo eventuais enfiamentos da mente humana);
- Independência em relação a interesses de natureza diversa (económicos, políticos, religiosos, ...)
- ...

Papel social da I+D

- Relevância dos temas e problemas escolhidos



Actividade de Investigação e/ou Desenvolvimento (I+D)

A actividade de I+D inclui:

- Criar conhecimento (científico ou tecnológico) relevante;
- Demonstrar a sua validade;
- Divulgar o conhecimento criado (juntamente com os procedimentos utilizados para demonstrar a sua validade);

A actividade de I+D implica (1a):

- Conhecer o estado da ciência e da tecnologia ("estado da arte") numa determinada área do conhecimento -->
 - Conhecer os principais trabalhos publicados na área e seus autores (monografias, artigos, patentes, projectos, sítios www, ...);
 - Conhecer as principais fontes de informação da área (revistas; serviços de indexação (revistas, bases de dados); sítios www; editoras; associações científicas, técnicas e profissionais; conferências; bibliotecas, ...);
 - Avaliar a "qualidade" dos trabalhos e fontes

A actividade de I+D implica (1b):

- Conhecer o estado da ciência e da tecnologia ("estado da arte") numa determinada área do conhecimento -->
 - ...
 - Realizar pesquisas documentais e revisões bibliográficas;
 - Construir registos bibliográficos;
 - Elaborar bibliografias;
 - Usar ferramentas informáticas para registos bibliográficos

A actividade de I+D implica (2):

- Interagir com outros membros da comunidade de investigação na área -->
 - Conhecer "quem é quem" na área;
 - Conhecer as principais instituições de I+D com actividade na área;
 - Conhecer e utilizar os meios de interacção de uma (ou mais) comunidade de I+D (*fora*; listas de distribuição; conferências, workshops; etc.);
 - Avaliar a "qualidade" dos investigadores e instituições

A actividade de I+D implica (3):

- Criar conhecimento -->
 - Capacidade criativa;
- Demonstrar a validade do conhecimento criado -->
 - Conhecer métodos e técnicas de validação de conhecimento;
 - Escolher os métodos e técnicas apropriados a uma determinada situação de I+D;

A actividade de I+D implica (4):

- Executar os procedimentos necessários à criação de conhecimento e sua validação -->
 - Aplicar procedimentos e instrumentos de I+D;
- Tirar conclusões sobre os resultados obtidos com os procedimentos de I+D -->
 - Avaliar resultados e seus significados;

A actividade de I+D implica (5):

- Divulgar o conhecimento criado -->
 - Conhecer os meios de interacção da comunidade;
 - Escrever relatórios de investigação e artigos científicos -->
 - Conhecer técnicas de escrita adequados à literatura técnica e científica.
 - escrever com "lógica" e "consequência"
 - estrutura típica de artigo de I&D: IMRAD

A actividade de I+D implica (6):

- Gerir projectos -->
 - Conhecer técnicas de gestão de projectos;
 - Planear projectos de I+D;
 - Verificar a qualidade do trabalho desenvolvido;
- Obter apoio (financeiro, político, técnico) para projectos -->
 - Conhecer fontes de financiamento;
 - Obter parcerias;
 - Justificar a relevância do tema de trabalho;
 - Elaborar propostas de projectos;

I+D

- O carácter sistemático e rigoroso da actividade de I+D está mais relacionado com o processo e com os procedimentos de validação do conhecimento produzido do que com a componente criativa (que também é indispensável).

Formação em I+D

- Cursos de 1º ciclo (graduação)
 - A ênfase é posta na aquisição de conhecimento científico e tecnológico;
 - Formação explícita em métodos e procedimentos de I+D aparece tradicionalmente apenas em algumas áreas, especialmente nas ciências humanas e sociais; nas ciências naturais e engenharia aparece implicitamente;
- Cursos de 2º ciclo (mestrado)
 - Idem mas com tendência para o aparecimento de formação explícita;
- Cursos de 3º ciclo (doutoramento)
 - Curso para obtenção de habilitação própria para a condução de actividades de I+D.

Qualifications that signify completion of the *third cycle* are awarded to students who:

- have demonstrated a systematic understanding of a field of study and mastery of the skills and methods of research associated with that field;
- have demonstrated the ability to conceive, design, implement and adapt a substantial process of research with scholarly integrity;
- have made a contribution through original research that extends the frontier of knowledge by developing a substantial body of work, some of which merits national or international refereed publication;
- are capable of critical analysis, evaluation and synthesis of new and complex ideas;
- can communicate with their peers, the larger scholarly community and with society in general about their areas of expertise;
- can be expected to be able to promote, within academic and professional contexts, technological, social or cultural advancement in a knowledge based society”.