

# CURRÍCULOS DE NÍVEL ELEVADO NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

## CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA E LITERACIA CIENTÍFICA

*Ana Maria Morais*

*Isabel Pestana Neves*

Instituto de Educação, Universidade de Lisboa

*Sílvia Castro*

Instituto de Educação, Universidade de Lisboa

*Sílvia Ferreira*

CNE / EBI do Carregado / IE, UL

**2 . MARÇO . 2015**

# **A construção da ciência no currículo e em manuais escolares**

## **O que mostra a investigação?**

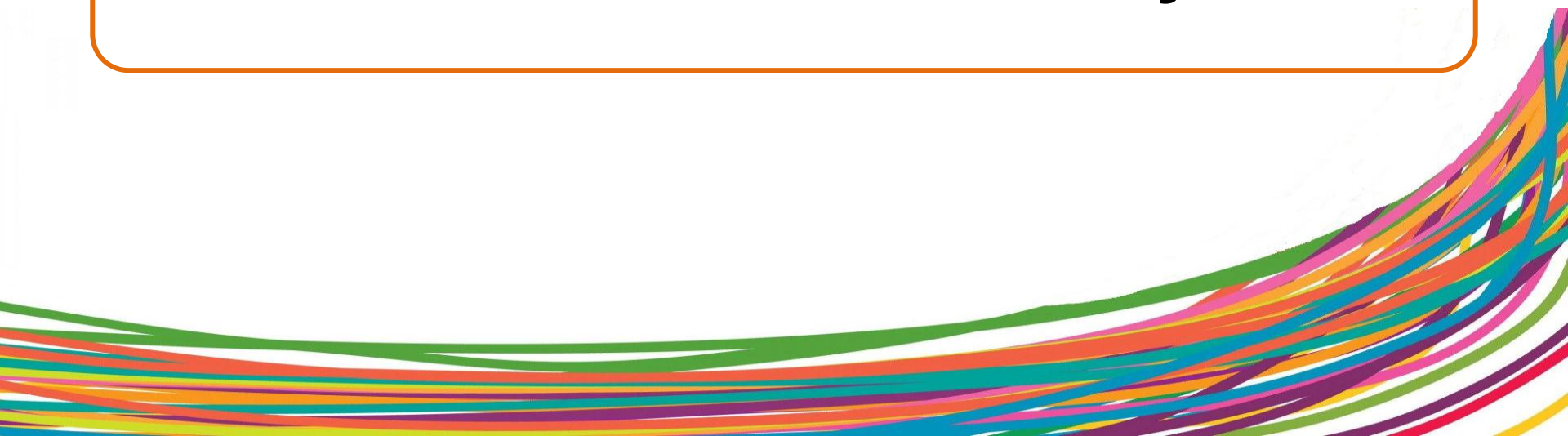
- **Biologia e Geologia,  
10º ano: programa e  
manuais escolares**

## **Proposta de mudança**

- **A construção da ciência  
no contexto de uma  
atividade**

# A CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA NO CURRÍCULO E EM MANUAIS ESCOLARES

**RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO**



# Esquema geral da investigação

Programa de Biologia e Geologia do 10º ano

Manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano



Processos de Recontextualização do DPO

Construção da ciência

*O que*

Natureza dos conteúdos metacientíficos

Nível de conceptualização dos conteúdos metacientíficos

*O como*

Grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos

**Exigência conceptual**

# Análise do Programa

## Componente de Biologia

### 1.ª secção

Orientações  
gerais

### 2.ª secção

Orientações  
específicas

## Componente de Geologia

### 1.ª secção

Orientações  
gerais

### 2.ª secção

Orientações  
específicas

Natureza dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos

Conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos

Relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos

## *Instrumentos de análise*

Referenciais

Conhecimentos  
metacientíficos

Capacidades  
metacientíficas

Avaliação do nível de conceptualização

Conhecimentos  
metacientíficos

Capacidades  
metacientíficas

Avaliação do grau de  
relação entre  
conteúdos científicos  
e metacientíficos

# Análise dos manuais

## Componente de Biologia

## Componente de Geologia

Natureza dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos

Conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos

Relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos

### *Instrumentos de análise*

Referenciais

Conhecimentos metacientíficos

Capacidades metacientíficas

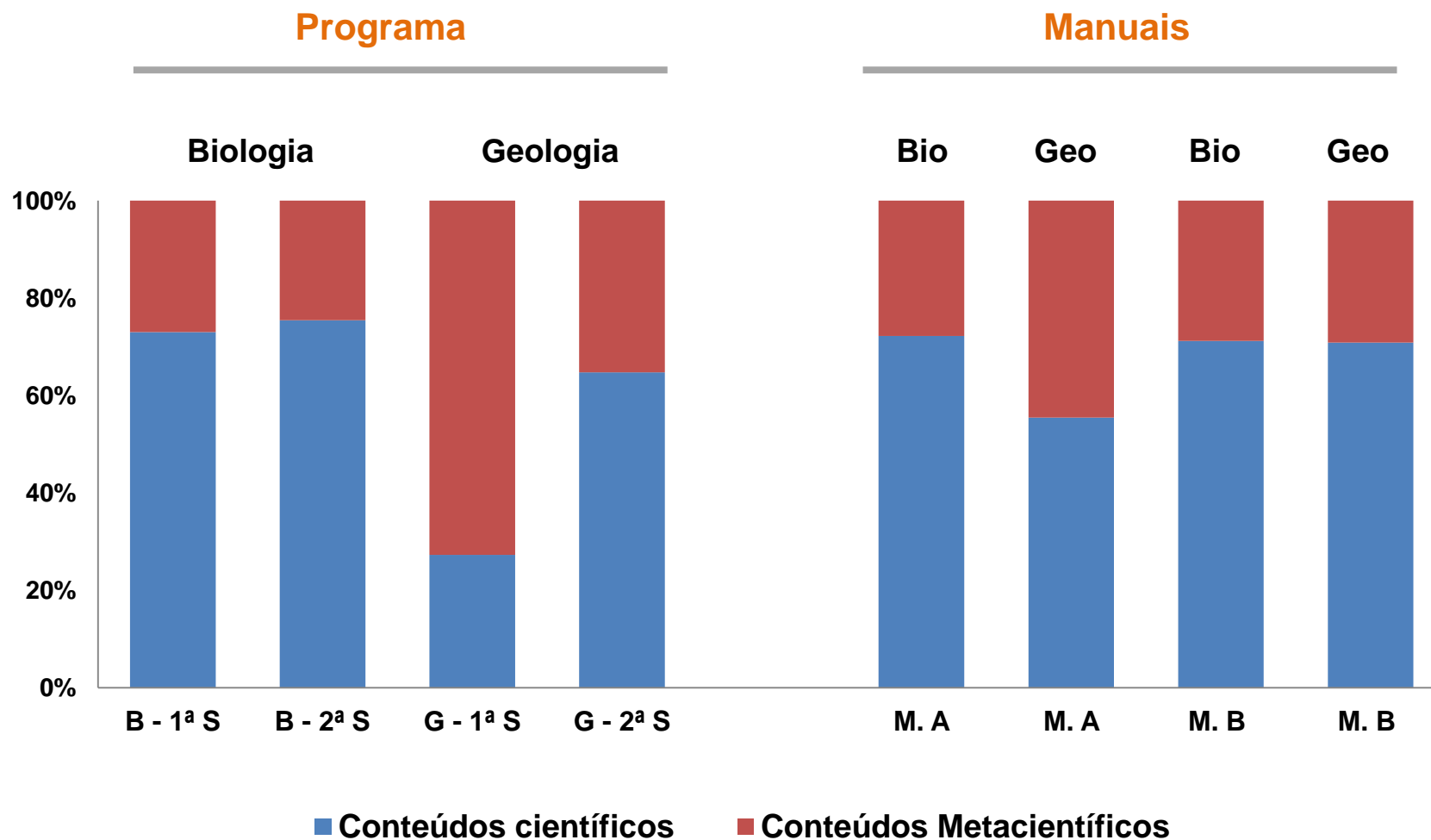
Avaliação do grau de conceptualização

Conhecimentos metacientíficos

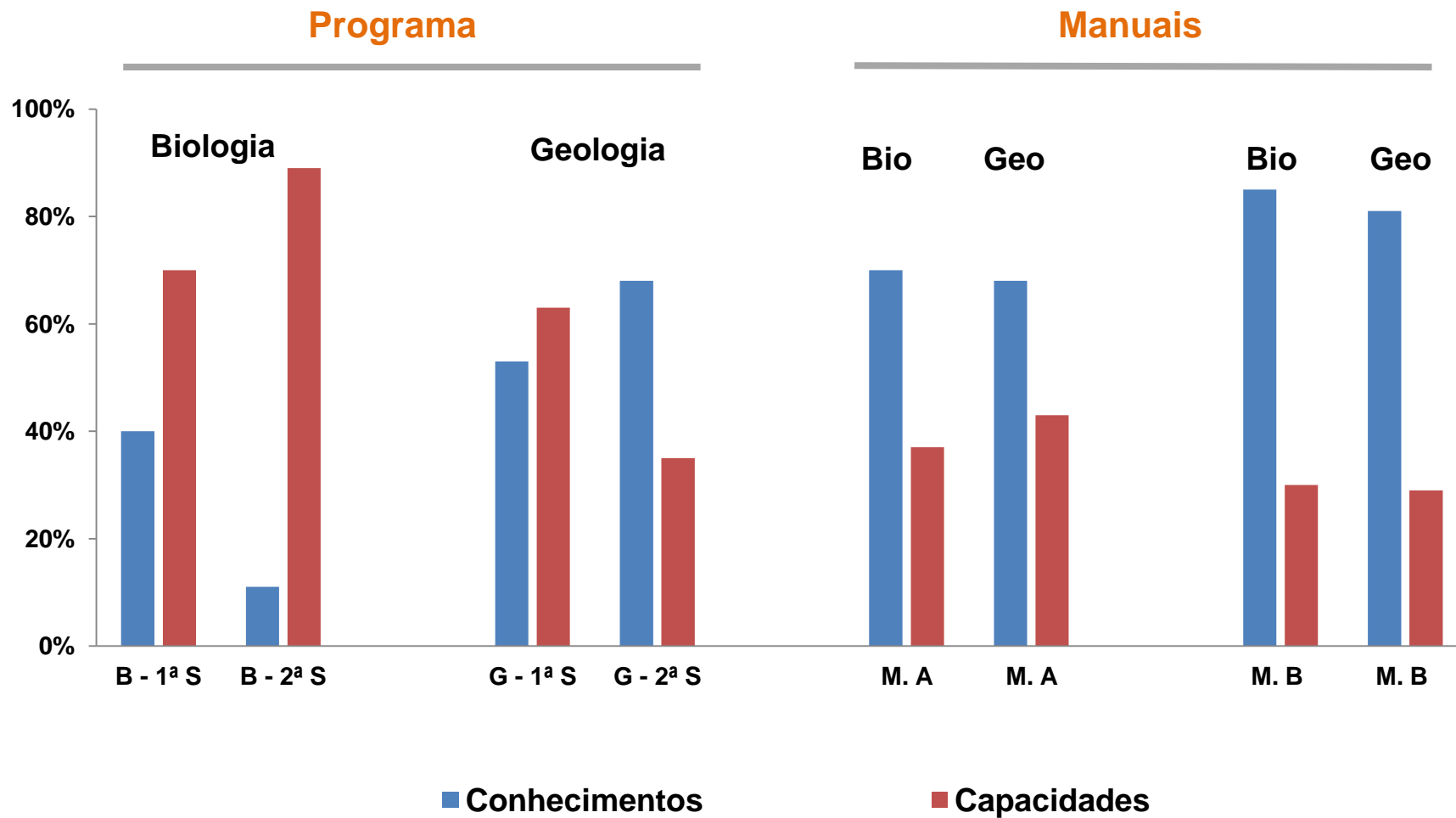
Capacidades metacientíficas

Avaliação do grau de relação entre conteúdos científicos e metacientíficos

# Resultados da investigação



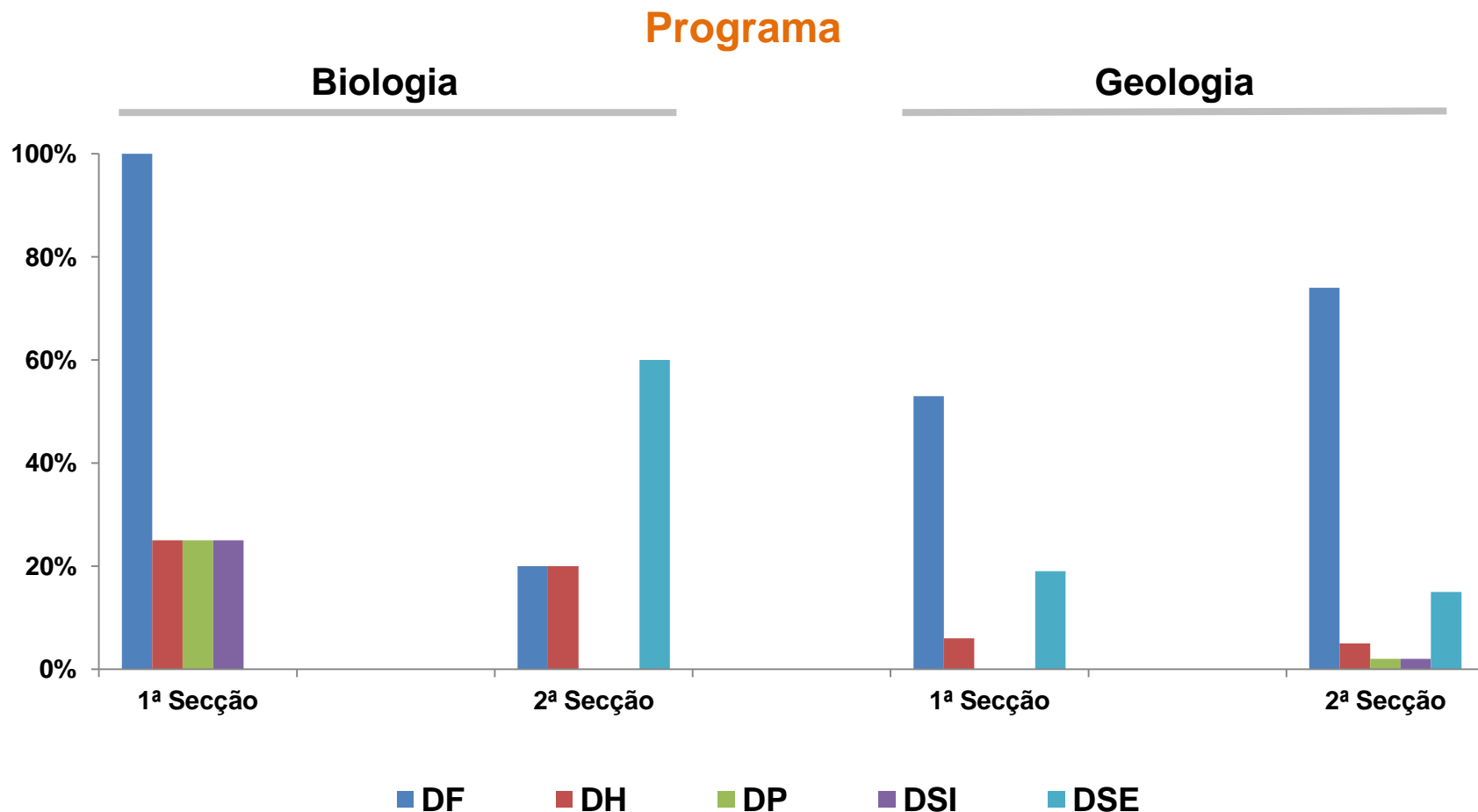
# Resultados da investigação





# Resultados da investigação

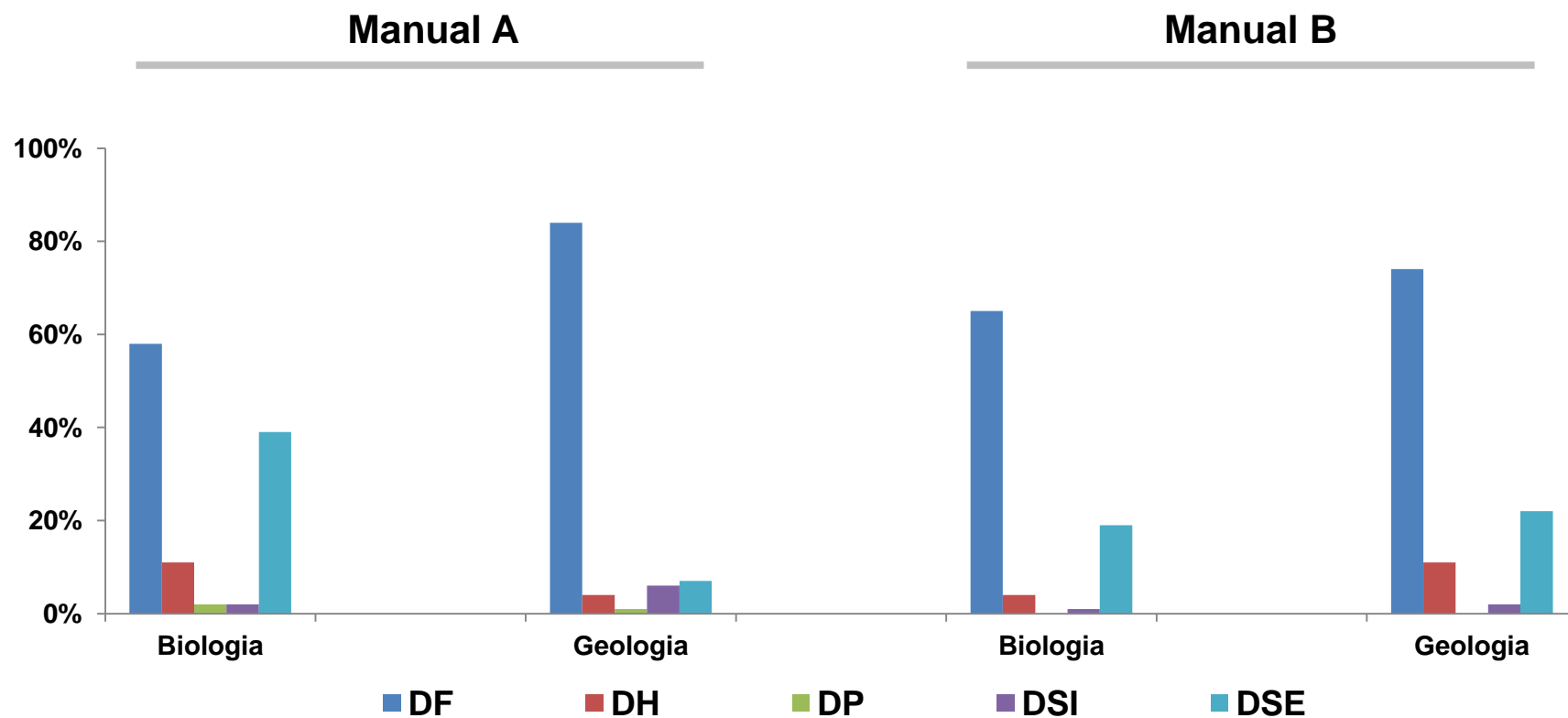
## Dimensões da construção da ciência: Conhecimentos



# Resultados da investigação

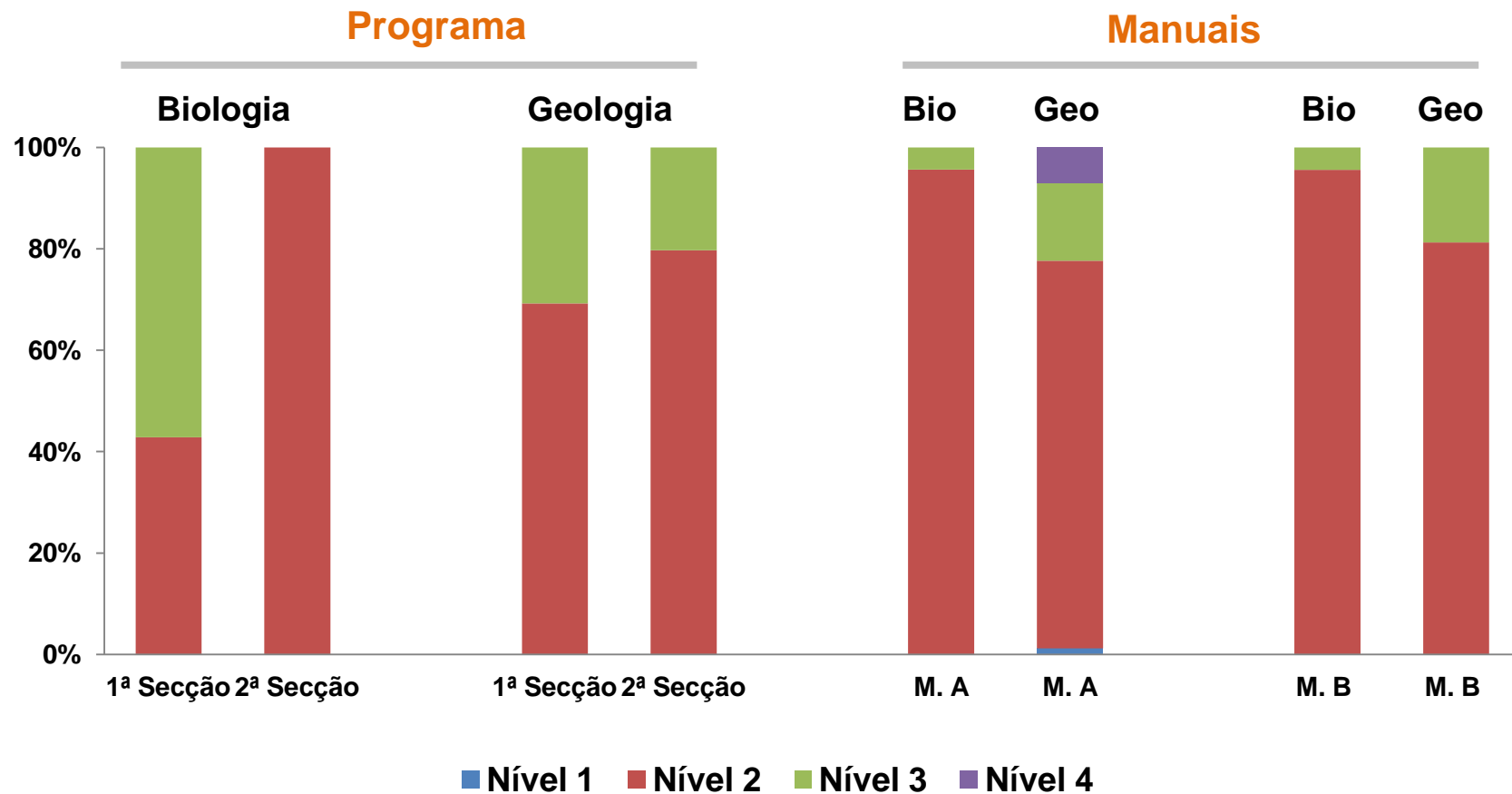
## Dimensões da construção da ciência: Conhecimentos

### Manuais



# Resultados da investigação

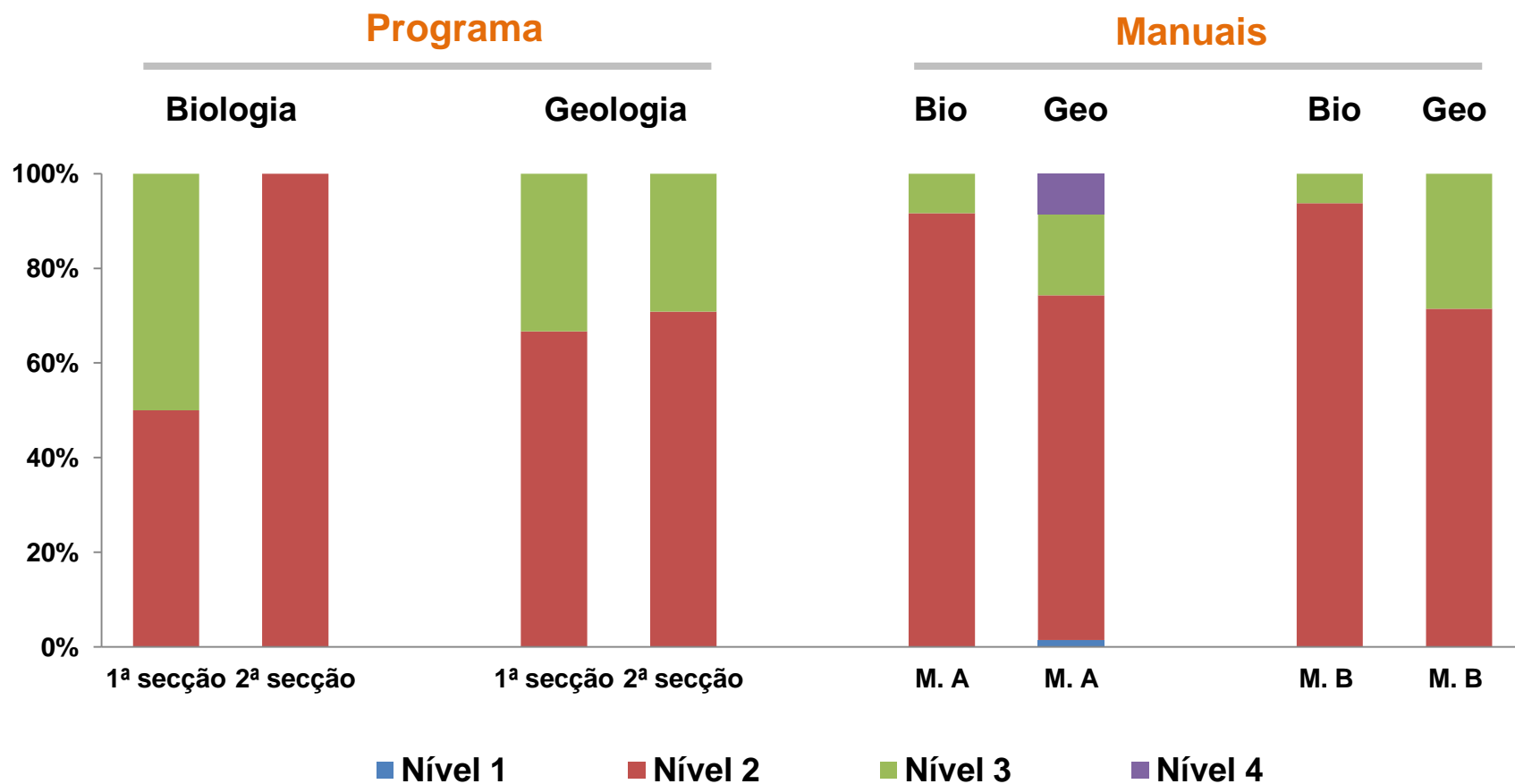
## Conceptualização dos conhecimentos metacientíficos



# Resultados da investigação

## Conceptualização dos conhecimentos metacientíficos

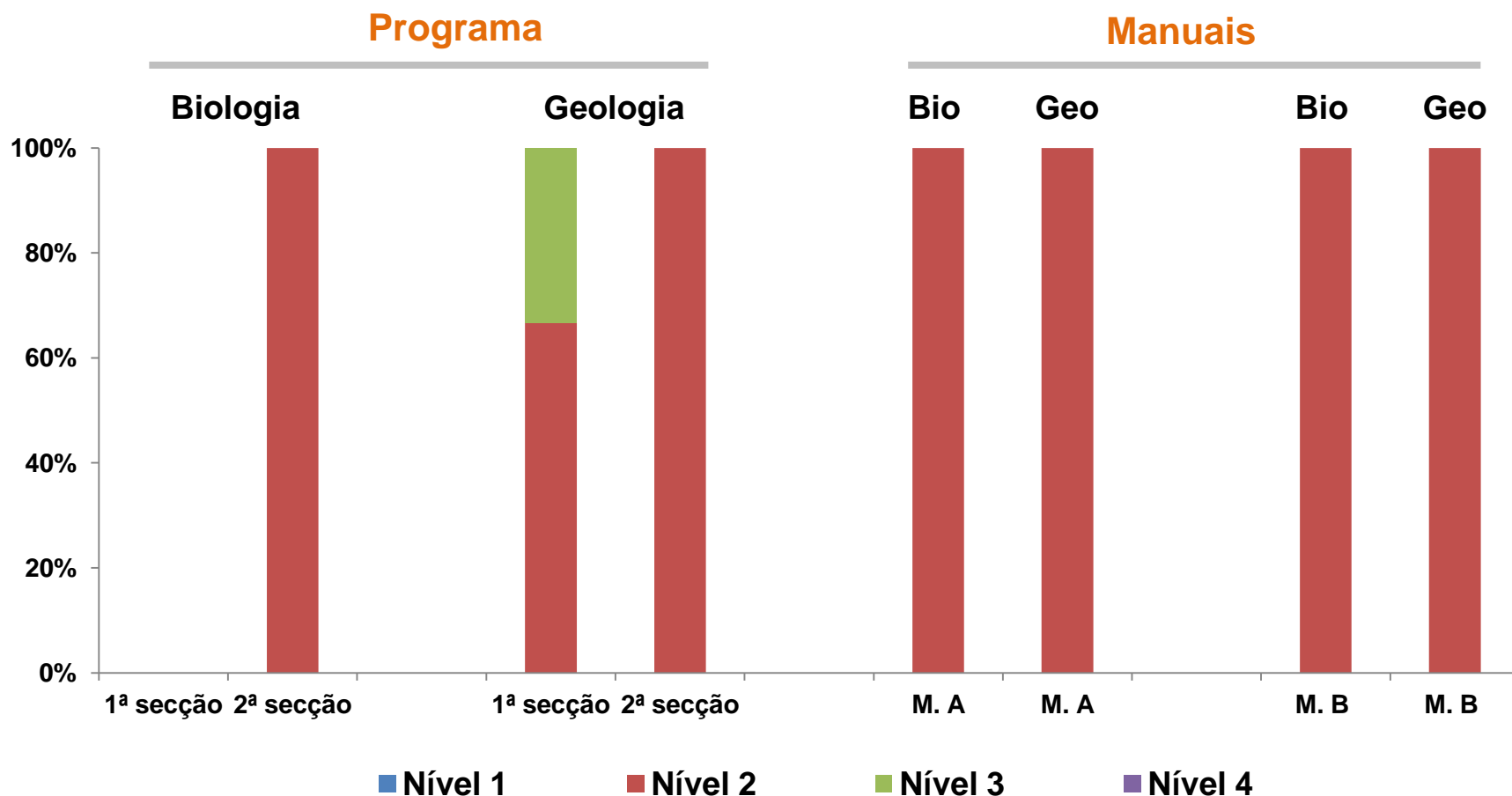
### Dimensão Filosófica da Ciência



# Resultados da investigação

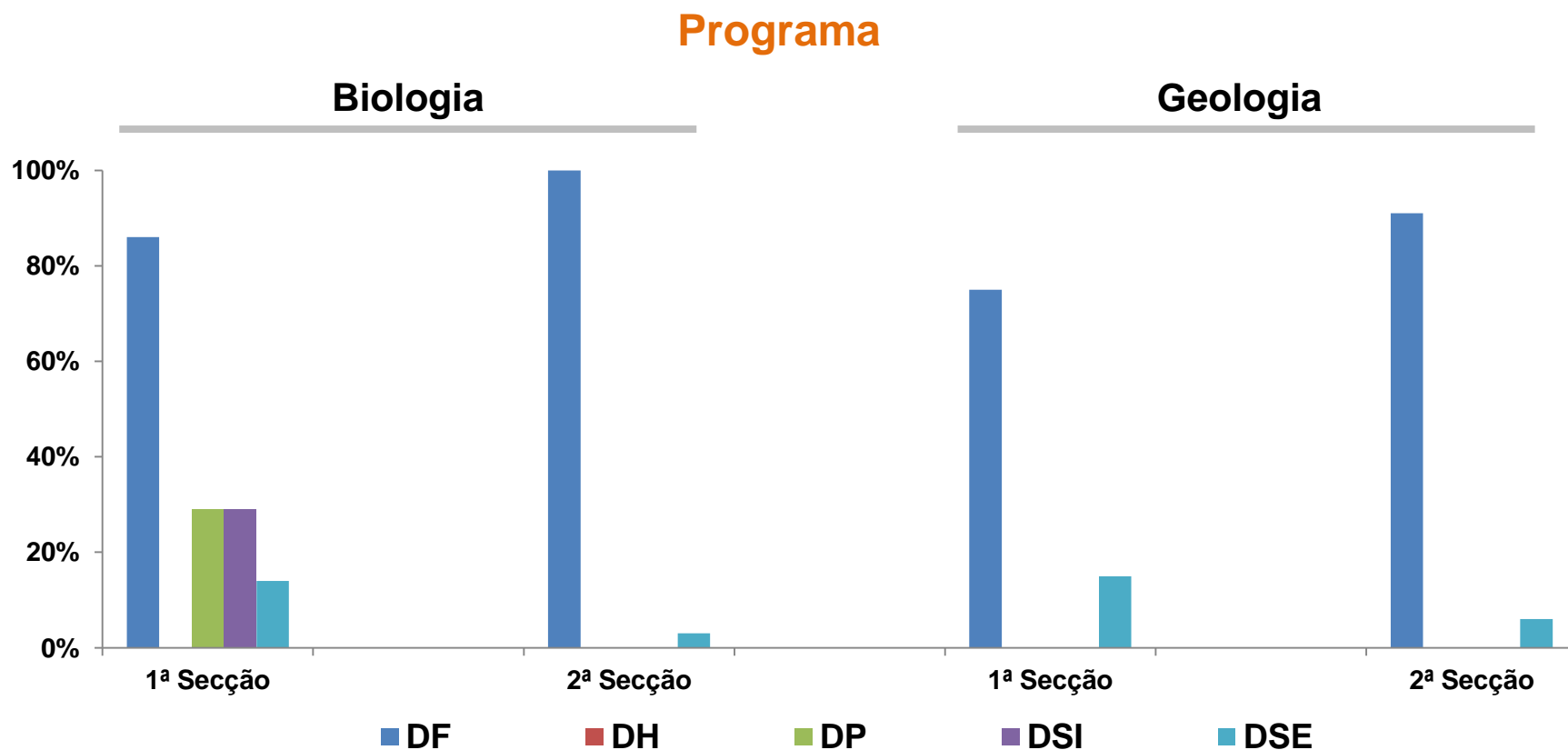
## Conceptualização dos conhecimentos metacientíficos

### Dimensão Sociológica Externa da Ciência



# Resultados da investigação

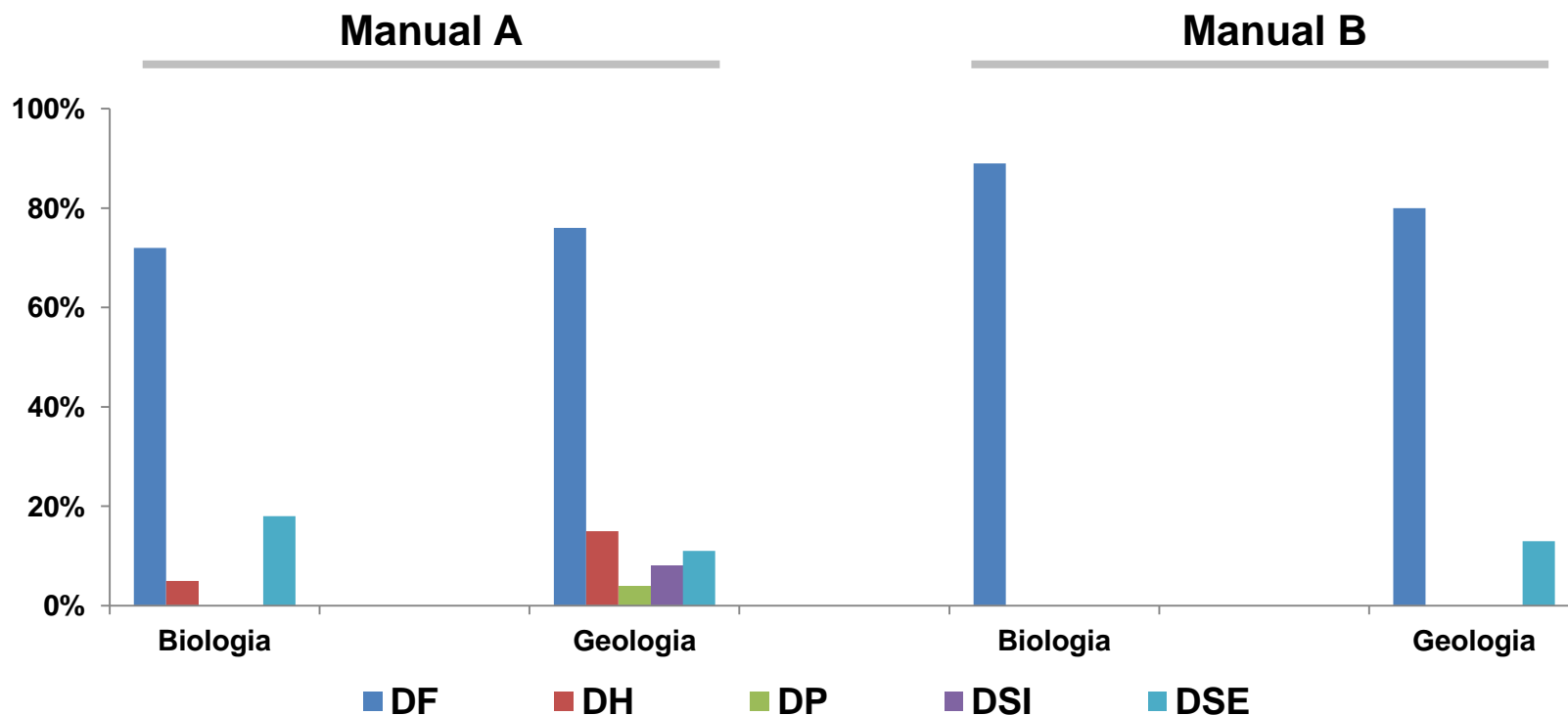
## Dimensões da construção da ciência: Capacidades



# Resultados da investigação

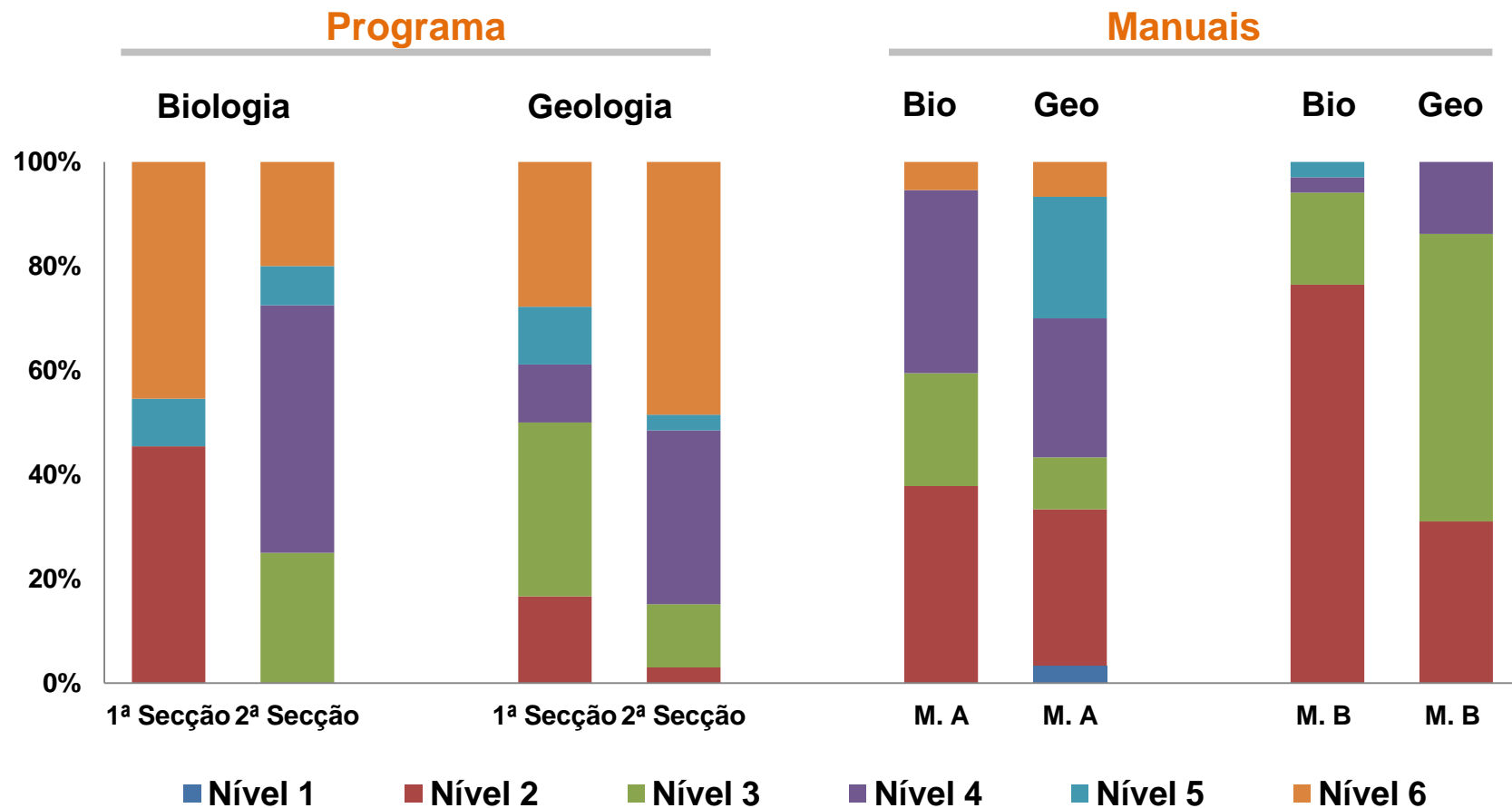
## Dimensões da construção da ciência: Capacidades

### Manuais escolares



# Resultados da investigação

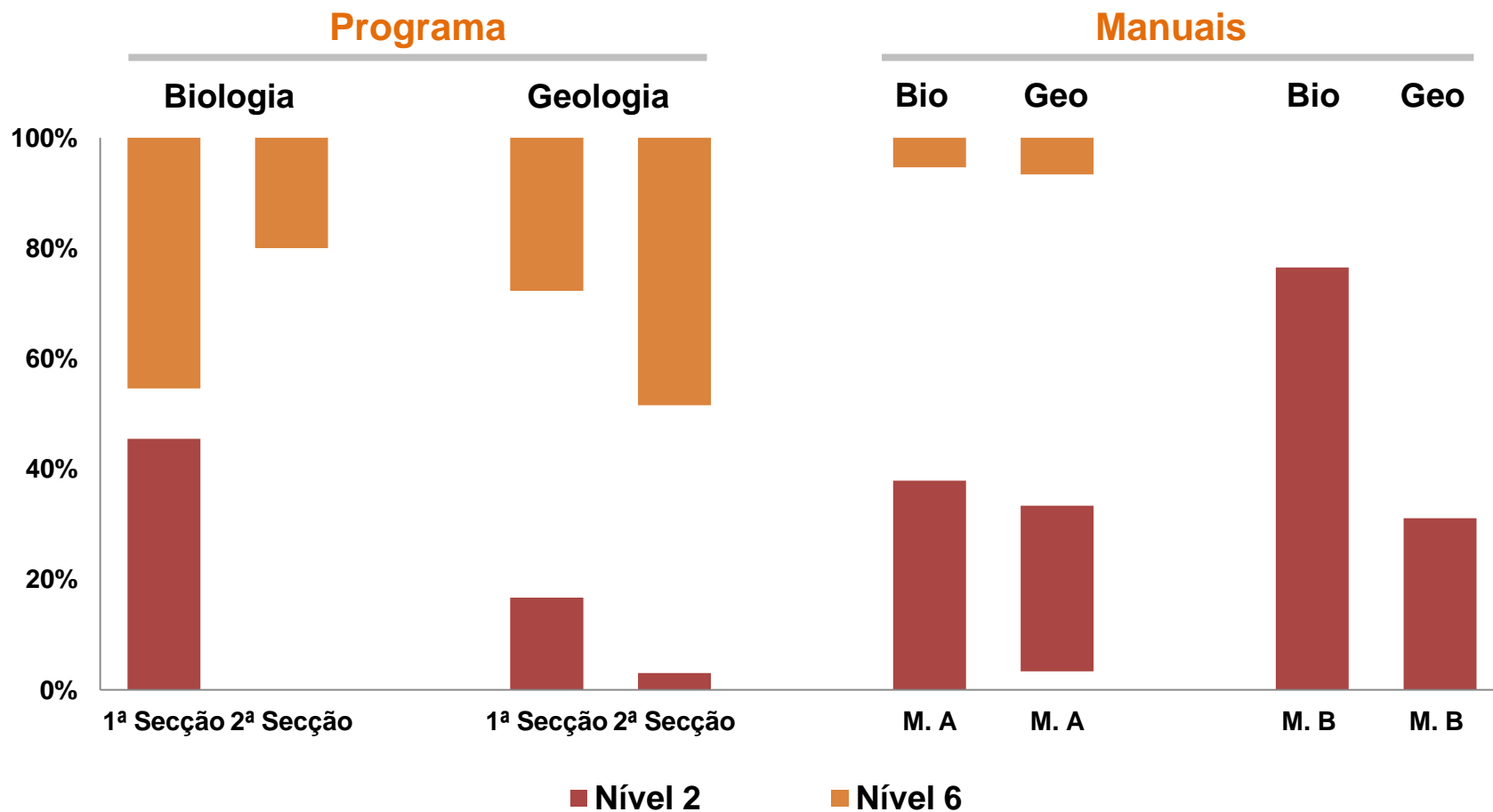
## Conceptualização das capacidades metacientíficas





# Resultados da investigação

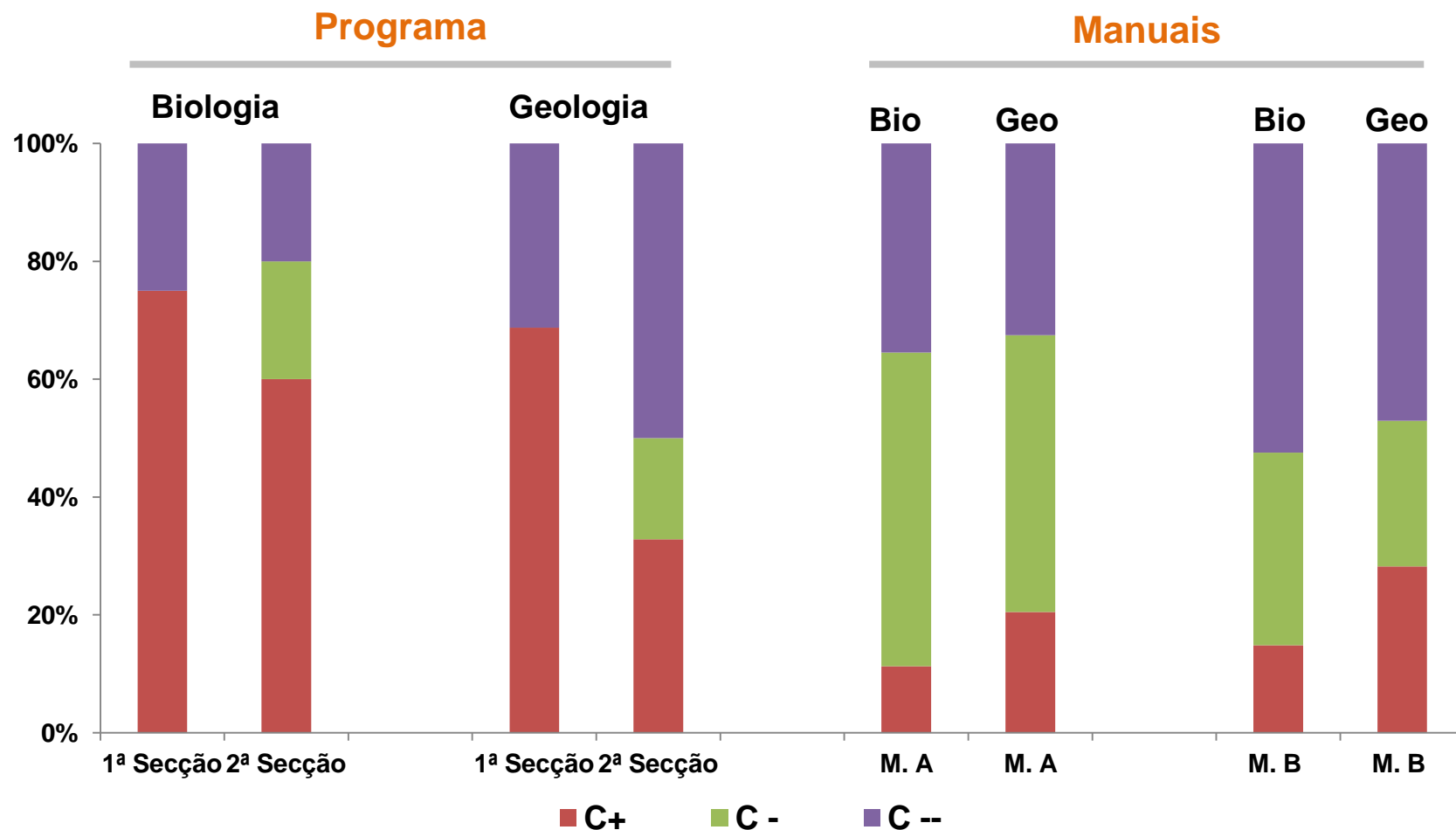
## Conceptualização das capacidades metacientíficas



Castro, 2015

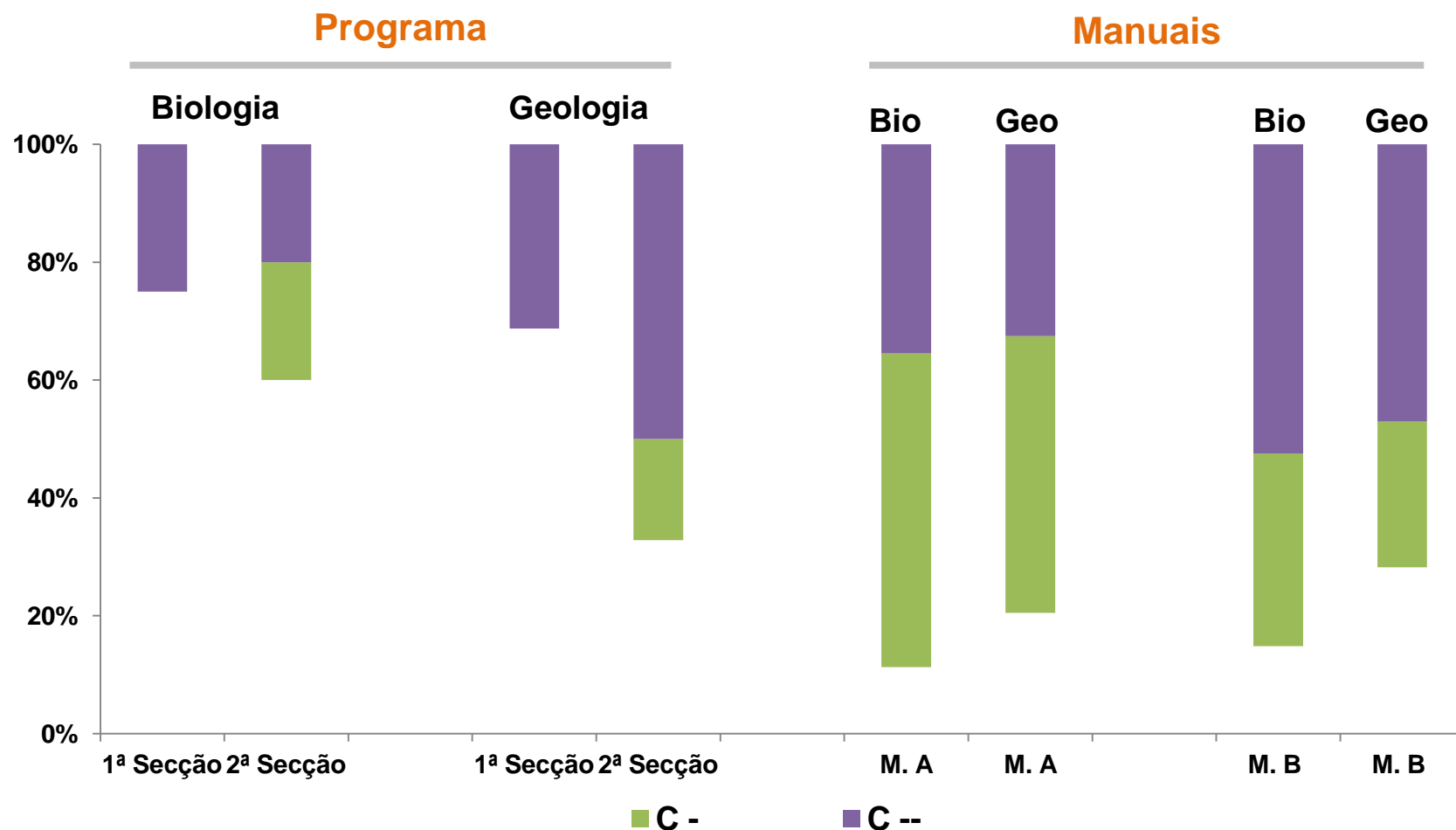
# Resultados da investigação

## Relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos



# Resultados da investigação

## Relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos



# Considerações finais

---

- ❑ Verifica-se discrepância entre as componentes de Biologia e Geologia relativamente à importância atribuída à construção da ciência. Tanto no programa como num dos manuais a construção da ciência tende a ser mais valorizada na componente de Geologia.
- ❑ No programa, as referências à construção da ciência contemplam mais capacidades do que conhecimentos, verificando-se o oposto nos manuais.
- ❑ Tanto o programa como os manuais, quer ao nível dos conhecimentos quer ao nível das capacidades, privilegiam claramente as metodologias da ciência e, seguidamente, as relações que se estabelecem entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, sendo os aspetos relativos às características psicológicas dos cientistas e às relações no seio da comunidade científica os menos contemplados.

# Considerações finais

---

- Tanto no programa como nos manuais o nível de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos é mais baixo do que o das capacidades metacientíficas, sendo esta diferença de conceptualização mais acentuada no programa, onde se verifica um elevado nível conceptual das capacidades metacientíficas.
- Tanto no programa como nos manuais, o nível de conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos é mais elevado na componente de Geologia.
- O grau de relação entre conhecimentos metacientíficos e conhecimentos científicos é acentuadamente mais baixo no programa do que nos manuais.

# Considerações finais

---

- A análise comparativa dos dois manuais mostra que num deles se verifica a atribuição de maior importância à construção da ciência, maior nível de conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficas e maior grau de relação entre conhecimentos metacientíficos e científicos.
- No programa de ambas as componentes, o discurso pedagógico referente à construção da ciência sofre uma recontextualização acentuada, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas, que se traduz no seguinte: aumenta a conceptualização das capacidades metacientíficas e o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos, mas diminui a conceptualização destes últimos.
- Entre o programa e os manuais verifica-se uma recontextualização do discurso pedagógico referente à construção da ciência, com grau mais elevado no caso de um dos manuais, que se traduz no seguinte: diminui a conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficas e aumenta o grau de relação entre conteúdos científicos e metacientíficos.

# CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA EM CURRÍCULOS E EM MANUAIS ESCOLARES

**PROPOSTA DE MUDANÇA**



**Como conceber atividades que envolvam a metaciência, interligando as suas várias dimensões, e que permitam uma aprendizagem conceptualizada quanto ao processo de construção da ciência?**



# Coerência curricular

## Inter-relação fotossíntese/respiração em vários níveis de escolaridade

Nível de escolaridade	Explicitação dos conceitos	Exemplos de exploração
Ensino secundário	<p><u>Fotossíntese</u>: A energia luminosa é convertida em energia química que é armazenada em compostos orgânicos (inclui as reações fotoquímicas e o ciclo de Calvin).</p> <p><u>Respiração celular</u>: Através de vias catabólicas de respiração aeróbia e anaeróbia, as moléculas orgânicas são degradadas com produção de ATP (inclui a glicólise, o ciclo de Krebs e a fosforilação oxidativa).</p>	<p>Fotossíntese: relacionar a taxa fotossintética com a intensidade luminosa, mediada, por exemplo, pela temperatura e <math>\text{CO}_2</math>.</p> <p>Relação fotossíntese/respiração: relacionar o ciclo de Calvin com o ciclo de Krebs.</p>
3º ciclo	<p>O fluxo de energia e o ciclo de matéria na Biosfera são assegurados pela relação fotossíntese/respiração.</p>	<p>No estudo dos ecossistemas, relacionar o ciclo de matéria e de energia com a inter-relação fotossíntese/respiração.</p>
2º ciclo	<p><u>Fotossíntese</u>: Em presença da luz, os seres vivos com clorofila, consomem <math>\text{CO}_2</math> e libertam o <math>\text{O}_2</math> e, neste processo, fabricam matéria orgânica.</p> <p><u>Respiração</u>: Os seres vivos utilizam <math>\text{O}_2</math> e libertam <math>\text{CO}_2</math> e, neste processo, asseguram a sua sobrevivência.</p>	<p>No estudo da diversidade de plantas e animais, relacionar a libertação de <math>\text{O}_2</math> e o consumo de <math>\text{CO}_2</math> com a fotossíntese e o consumo de <math>\text{O}_2</math> e a libertação de <math>\text{CO}_2</math> com a respiração.</p>

# Processos científicos no Secundário



## A fórmula certa para recuperar solos pobres foi criada por portugueses

Vinte variedades de plantas dão nova vida a solos. As Pastagens Semeadas Biodiversas sugam mais dióxido de carbono do ar, enriquecem a terra e alimentam o gado. Projeto ganhou prémio europeu ambiental.

Tiago Domingos, professor de engenharia ambiental do Instituto Superior Técnico e diretor da empresa de serviços ambientais Terraprima conseguiu que mil agricultores lhe dessem ouvidos. Hoje, em Portugal, há muitos terrenos onde as pastagens biodiversas crescem. Estas pastagens capturam uma quantidade anormal de dióxido de carbono, evitando a acumulação de parte do gás que mais contribui para o efeito de estufa, responsável pelo aquecimento global. Essa foi uma das razões para o projeto Pastagens Semeadas Biodiversas ganhar, em 2013, o concurso da Comissão Europeia "Um Mundo Que me Agrada com um Clima que me Agrada".


Foi David Crespo, engenheiro agrícola e diretor do programa de investigação e desenvolvimento da empresa Fertiprado, que desenvolveu uma fórmula de 20 variedades diferentes de plantas que, quando semeadas, respondem localmente. A diversidade induz uma maior adaptabilidade a variações climáticas anuais e proporciona uma maior resistência a fatores ambientais, mantendo-se as pastagens sempre verdes.

Adaptado de notícia do jornal *Público*, 9/11/2013, e de *Terraprima*, 2013


# Processos científicos no Secundário



## Problema:

 Por que razão as pastagens biodiversas fazem uma captação anormal de  $\text{CO}_2$ ?


## Hipótese:


 A taxa fotossintética de plantas diversas varia de formas diferentes em termos dos fatores ambientais (luz, temperatura, etc.), levando a que a produção vegetal se mantenha ao longo de todo o ano.

## Problema específico (*a investigar*):

 De que modo a taxa fotossintética de diferentes espécies de plantas é influenciada pela intensidade luminosa e pela temperatura?

## Hipóteses:

 A taxa fotossintética varia consoante a espécie de planta e, para uma dada espécie, aumenta à medida que aumenta a intensidade luminosa.

 A taxa fotossintética varia consoante a espécie de planta e, para uma dada espécie, aumenta à medida que aumenta a temperatura.





**Pastagens semeadas  
biodiversas**



# Construção da ciência no Secundário

Com base no texto “Pastagens Semeadas Biodiversas” discute as questões que se apresentam.

1- Discute em que medida se pode afirmar que não existe linearidade nos métodos de construção da ciência, nomeadamente na ciência aplicada.

Linhas, ex., 19-24; 49-57; 71-75;  
114-123; 146-153; 155-161

## Conceito:

Na atividade científica, em particular na sua componente de ciência aplicada, não há uma linearidade de procedimentos, podendo essa atividade revestir-se de múltiplas formas, consoante a natureza das experiências a realizar, dos contextos em que elas se realizam e do tipo de conhecimento prévio envolvido.

DF

# Construção da ciência no Secundário

2- Comenta a seguinte afirmação:

Para o avanço da ciência, é fundamental o conjunto de ideias/investigações que vão surgindo, ao longo do tempo, em diferentes contextos sociopolíticos.

Linhas, ex., 4-6; 15; 19-20; **25-27**;  
49; 78-79; 94-98; 123-125

## Conceito:

Para o avanço da ciência, é fundamental o conjunto de ideias/investigações que vão surgindo, ao longo do tempo, em diferentes contextos sociopolíticos.

DH



Mistura de sementes

# Construção da ciência no Secundário

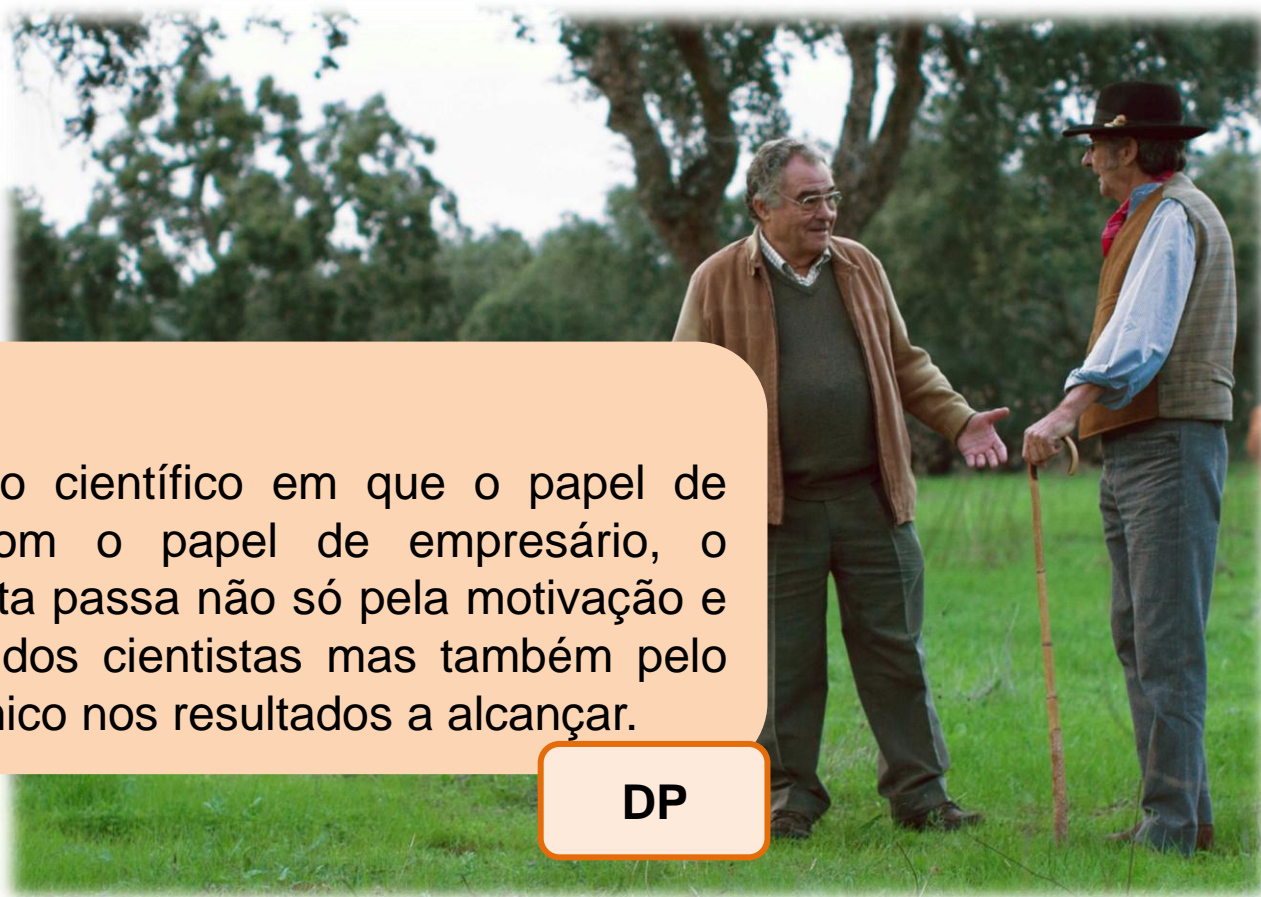
3- Analisa de que forma diferentes interesses de natureza pessoal podem condicionar a produção de conhecimento.

Linhas, ex., 29-30; 58-59;  
66-68; 162-164

## Conceito:

Num empreendimento científico em que o papel de cientista coexiste com o papel de empresário, o sucesso da descoberta passa não só pela motivação e espírito de iniciativa dos cientistas mas também pelo seu interesse económico nos resultados a alcançar.

DP





# Construção da ciência no Secundário

4- Avalia em que medida a conjugação de ideias e interesses de pessoas ligadas a diversos campos da sociedade (económico, científico, político) pode contribuir para o sucesso da aplicação da ciência.

Linhas, ex., 32-36; 47-49; 60-64; 81-83; **84-93**;  
94-103; 104-107; 108-111; **146-148**

## Conceito:

Para garantirem que uma descoberta é aplicada, os cientistas precisam de ter uma ligação ao mundo empresarial e a quem faz as políticas, através de diálogo entre campos da sociedade, nomeadamente entre agentes que pertencem simultaneamente a vários campos e ainda trabalhando em rede através de um aumento da abrangência de cientistas, de agentes sociais, de empresários e do Estado.

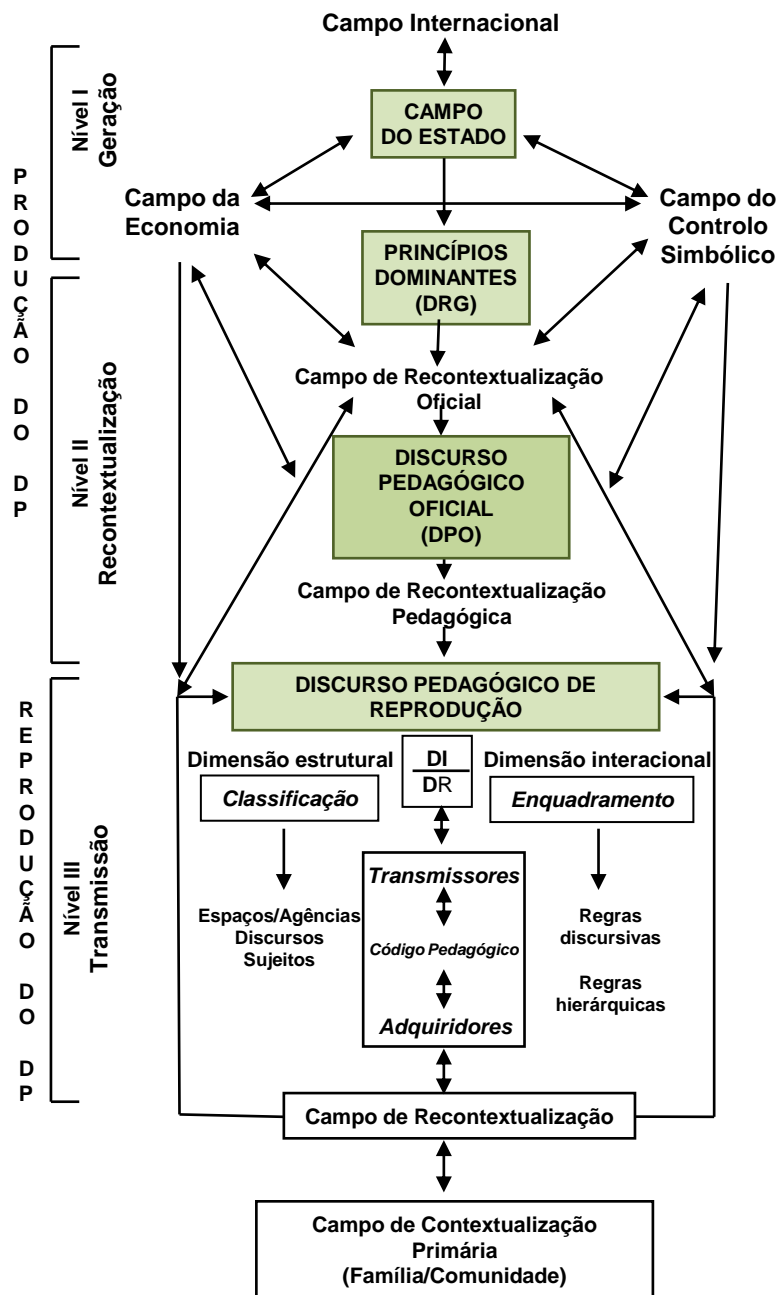
**DSE**  
**DSI**



Herdade dos Padres (Montemor-o-Novo), Primavera 2014

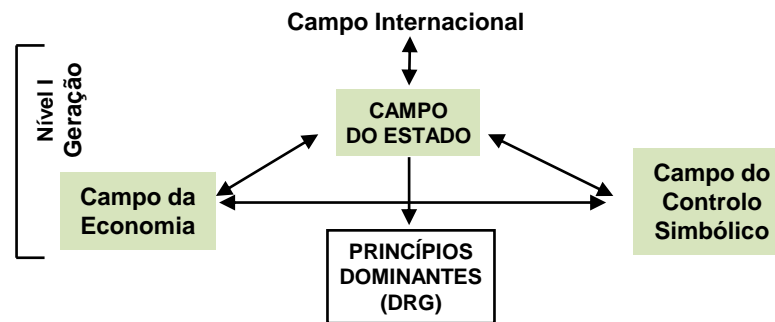


# Modelo do discurso pedagógico



Morais & Neves, 2007  
(adaptado de Bernstein, 1986)

# Modelo do discurso pedagógico



# Construção da ciência no Secundário

5- Apresenta argumentos que apoiem a importância, para a ciência e para os cientistas, da divulgação e partilha dos resultados da investigação em curso, quer à comunidade académica quer à sociedade.

Linhas, ex., 30-33; 78-81; 111-113;  
161-164

## Conceito:

A partilha de conhecimentos e de relatos de experiências/ensaios através de publicações, em particular de prestígio científico, contribui para o progresso da ciência e para o reconhecimento/aceitação dos cientistas na comunidade académica e na sociedade.

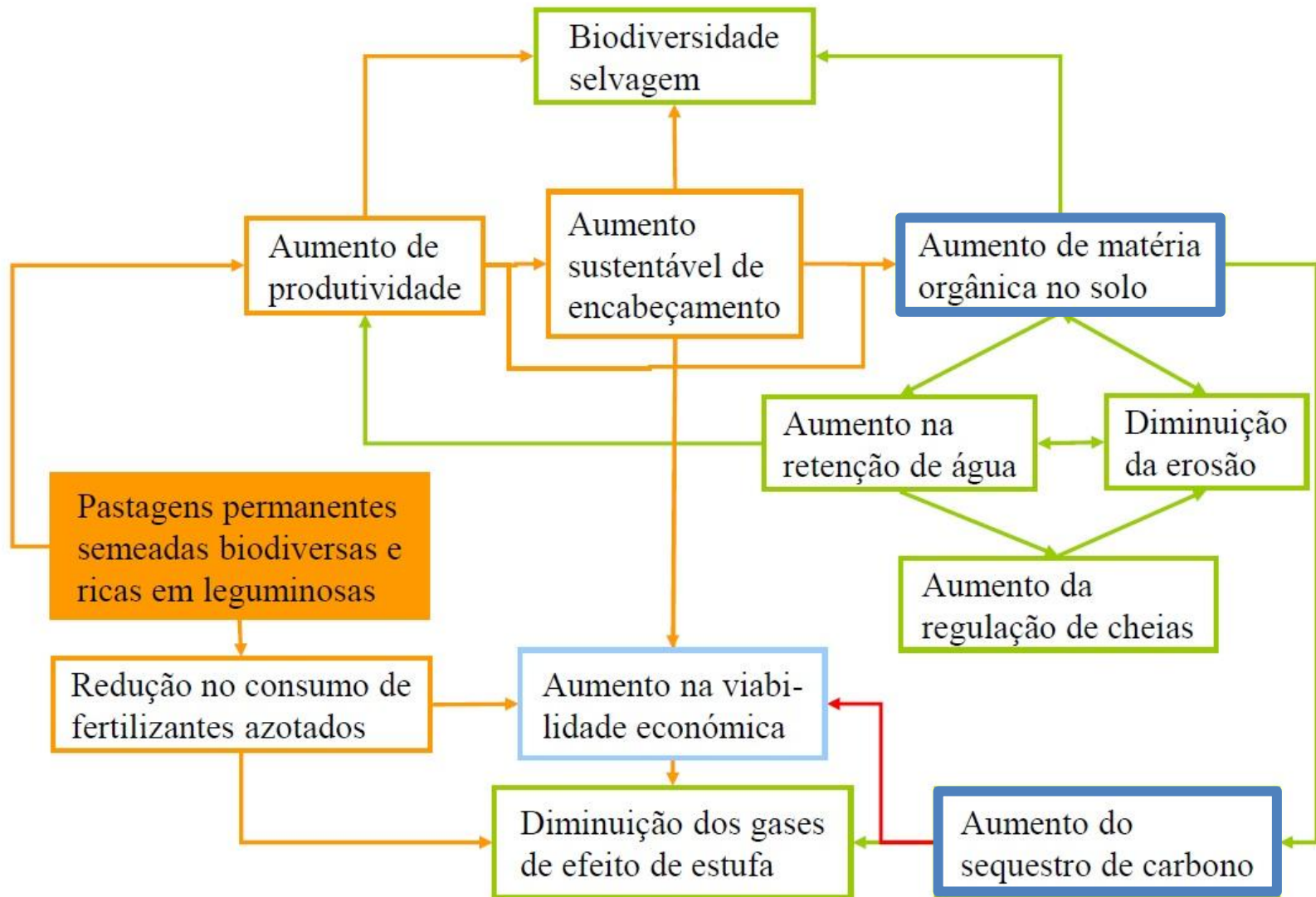
DSI  
DSE

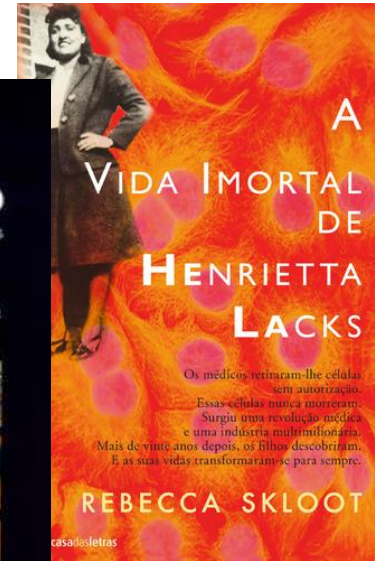
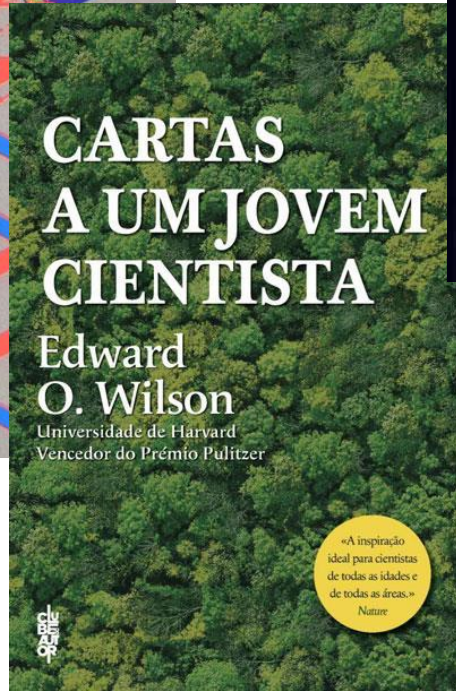
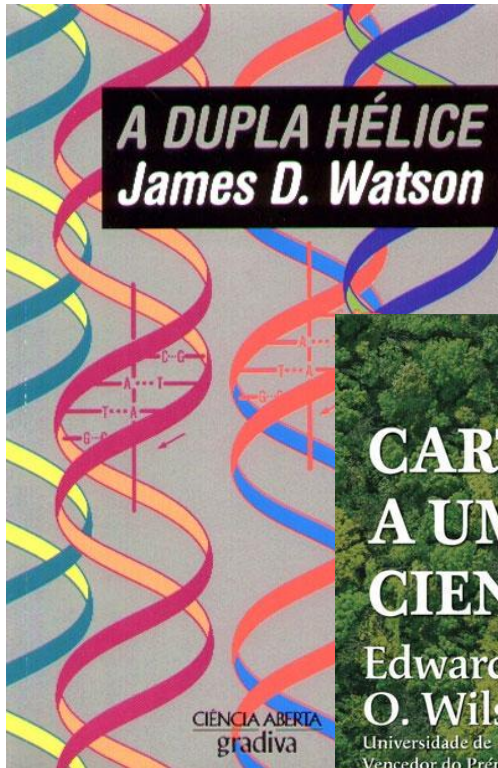


## Conceito Geral

A ciência é um empreendimento que se desenvolve ao longo do tempo e que envolve procedimentos diversos e complementares de investigação e aplicação de conhecimentos de áreas/cientistas distintos, a conjugação concertada de interesses de natureza pessoal, social, económica e política e ainda o reconhecimento académico e social dos intervenientes e dos resultados.

# Inter-relação com conhecimento científico





ALEXANDER FLEMING

Penicillin

*Nobel Lecture, December 11, 1945*

Discursos dos prémios Nobel  
<http://www.nobelprize.org/>



*A CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA, A TECNOLOGIA E A  
SOCIEDADE NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES*

Revista da Educação, Vol. XV, nº 2, 2007 97 - 124

O HUM

**UMA VISÃO INTEGRADA E GLOBAL DA CIÊNCIA NO  
CURRÍCULO DE CIÊNCIAS: ESTRATÉGIA DE DISCUSSÃO  
SOBRE UM PROBLEMA AMBIENTAL**

SANDRA L  
ANA LOPE  
ADELAIDE

EXPERIÊNCIAS e ACTIVIDADES  
dos PROFESSORES



Science & Education 13: 20  
© 2004 Kluwer Academic Pu

**Continental Drift:  
Secondary School\***

ISABEL PAIXÃO, SÍLVIA C  
and ANA M. MORAIS  
Department of Education, School of

*A CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA  
E A RELAÇÃO C-T-S NO ENSINO DAS CIÊNCIAS*

**OUTRO VÉNIUS? NÃO OBRIGADO!**

ELISABETE FORTE  
ANA HENRIQUES  
TERESA LOUREIRO  
FLORBELA RICOS-OLHOS  
ANA MARIA MORAIS

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

ANA MARIA MORAIS  
ISABEL PESTANA NEVES  
SÍLVIA FERREIRA

# Currículos, Manuais Escolares e Práticas Pedagógicas

Estudo de processos de estabilidade  
e mudança no sistema educativo

Colaboração de:  
VANDA ALVES • SÍLVIA CALADO • PRECIOSA SILVA



EDIÇÕES SÍLABO

Morais, A. M., Neves, I. P., & Ferreira, S. (Eds.) (2014). *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo*. Lisboa: Edições Sílabo.



# Referências

---

- Bernstein, B. (1986). On pedagogic discourse. In J. G. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for sociology of education*. Nova Iorque: Greenwood Press.
- Castro, S. (2015). *A construção da ciência na educação científica do ensino secundário: Análise dos manuais escolares e das conceções dos professores de Biologia e Geologia do 10.º ano*. Tese de Doutoramento, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (em desenvolvimento).
- Domingos, T. (2012). Sequestro de carbono no solo em pastagens sob-coberto florestal. Projectos Terraprima – Fundo Português de Carbono. Recuperado de <<http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/ei/unccd-PT/pancd/resource/ficheiros/seef/2012fev29/projetos/120229-carbono-em-pastagens-matos-tiagodomingos>>.
- Ferreira, S. (2007). Uma visão integrada e global da Ciência no currículo de ciências: Estratégias de discussão sobre um problema ambiental. *Revista de Educação*, XV(2), 97-124.
- Forte, E., Henriques, A., Loureiro, T., Ricos-Olhos, F., & Morais, A. M. (2000). A construção da ciência e a relação CTS no ensino das ciências - Outro Vénus? Não obrigado! *Revista de Educação*, IX(2), 101-113.
- Lobo, S., Lopes, A., Neves, A., & Morais, A. M. (2001). A construção da ciência, a tecnologia e a sociedade na formação de professores: O Human Visible Project. *Revista de Educação*, X(1), 163-174.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2007). A teoria de Basil Bernstein. Alguns aspetos fundamentais. *Revista Práxis Educativa*, 2(2), 115-130.
- Paixão, I., Calado, S., Ferreira, S., Alves, V., & Morais, A. M. (2004). Continental drift: A discussion strategy for secondary school. *Science & Education*, 13(3), 201-221.
- Terraprima (2013). *Pastagens semeadas biodiversas*. Recuperado de <<http://www.terraprima.pt/pt/pagina/3>>.