

CURRÍCULOS DE NÍVEL ELEVADO NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

O TRABALHO PRÁTICO NA APRENDIZAGEM CIENTÍFICA

Ana Maria Morais
Isabel Pestana Neves
Instituto de Educação, Universidade de Lisboa

Sílvia Ferreira
CNE / EBI do Carregado / IE, UL

12 . JANEIRO . 2015



Trabalho prático conceptualmente exigente

O que mostra a investigação?

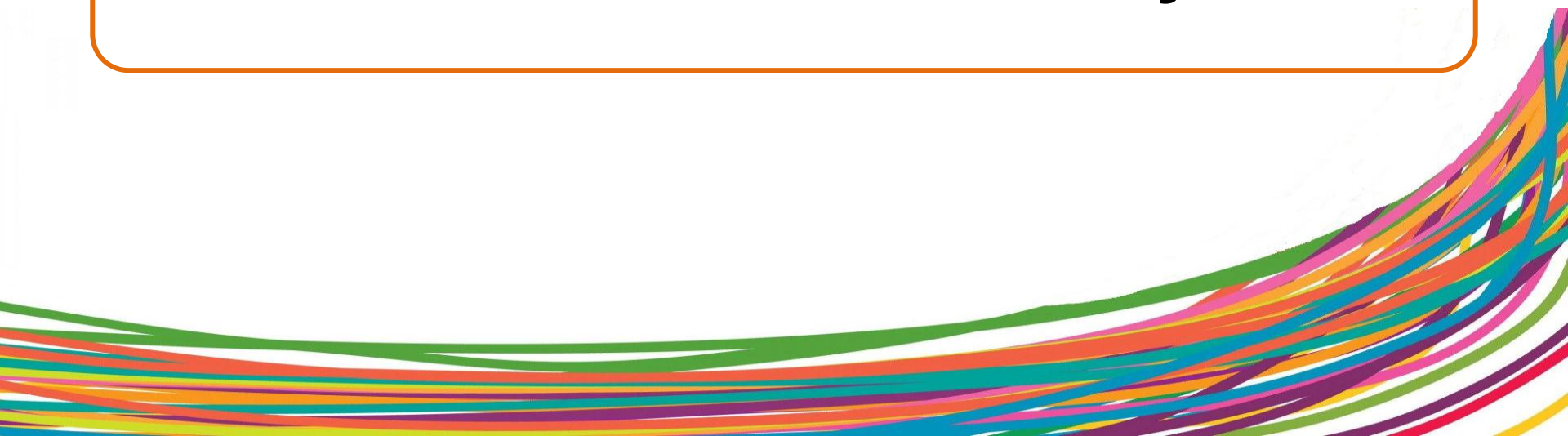
- **Biologia e Geologia no ensino secundário**

Proposta de mudança

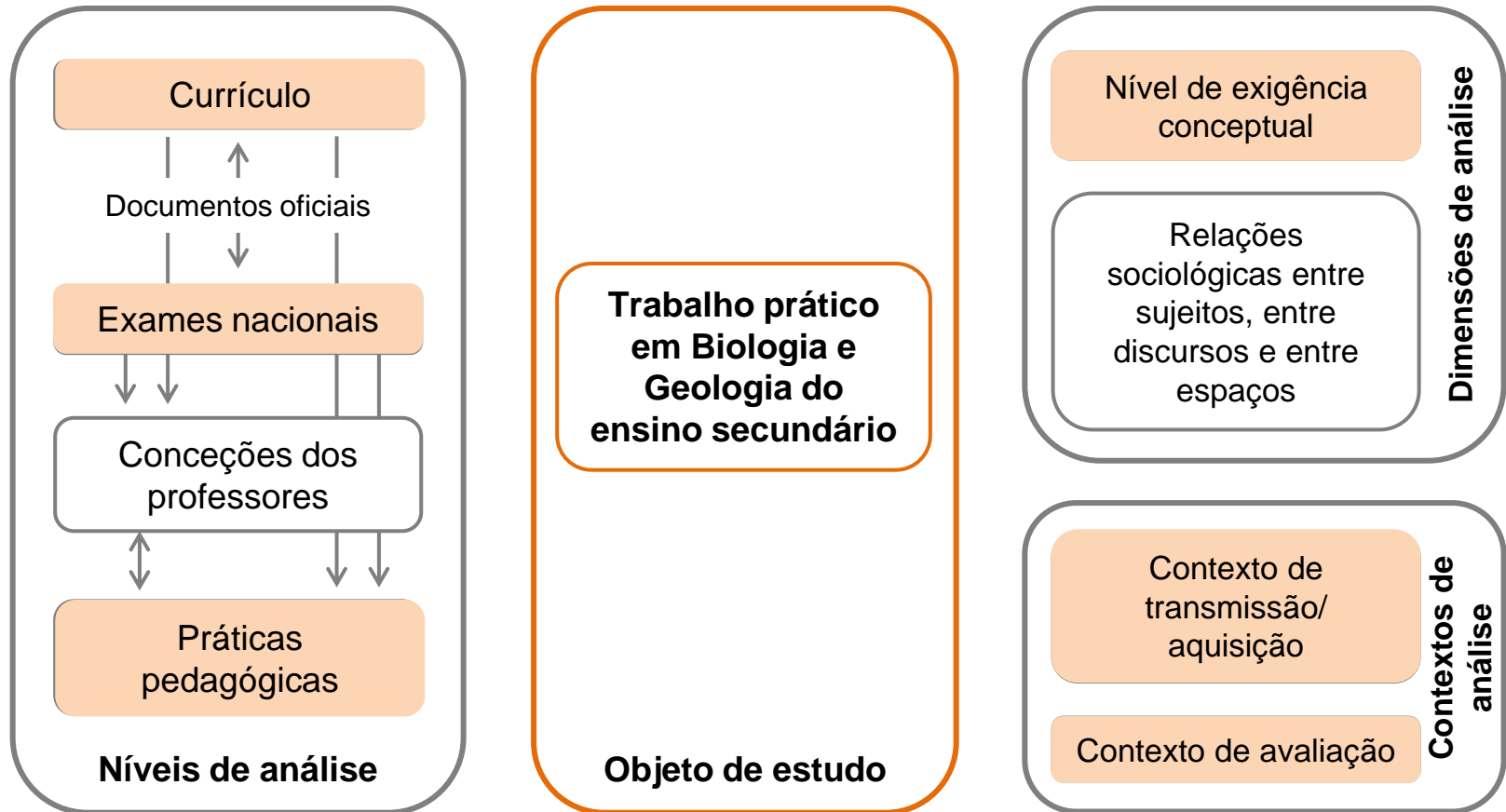
- **Atividades laboratoriais
investigativas
para vários níveis de
escolaridade**

TRABALHO PRÁTICO EM CURRÍCULOS E EM PRÁTICAS PEDAGÓGICAS

RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO



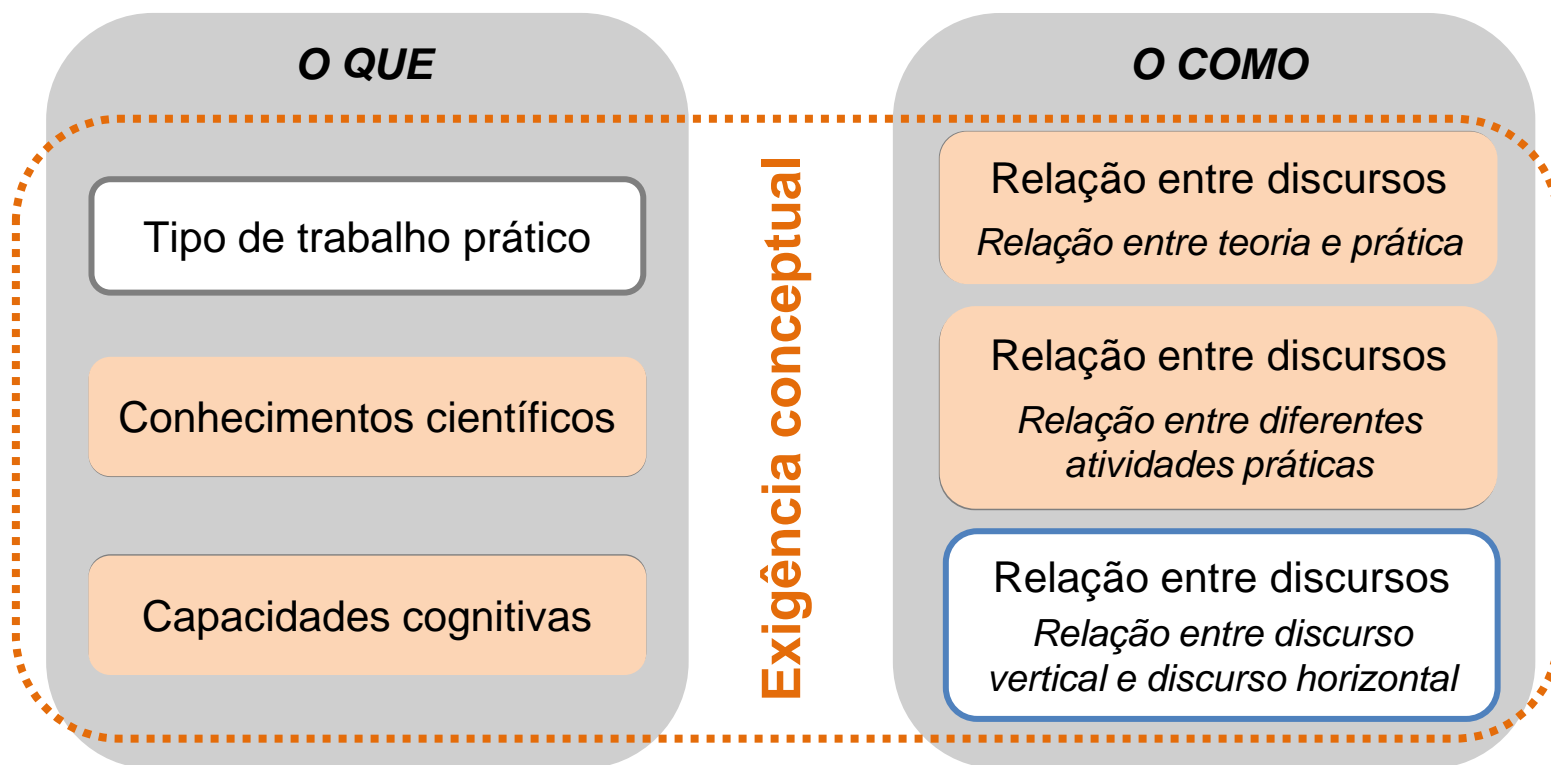
Esquema geral da investigação



Ferreira, 2014

Exigência conceptual do trabalho prático

Discurso Pedagógico Oficial: Currículo e Fichas de Avaliação Externa

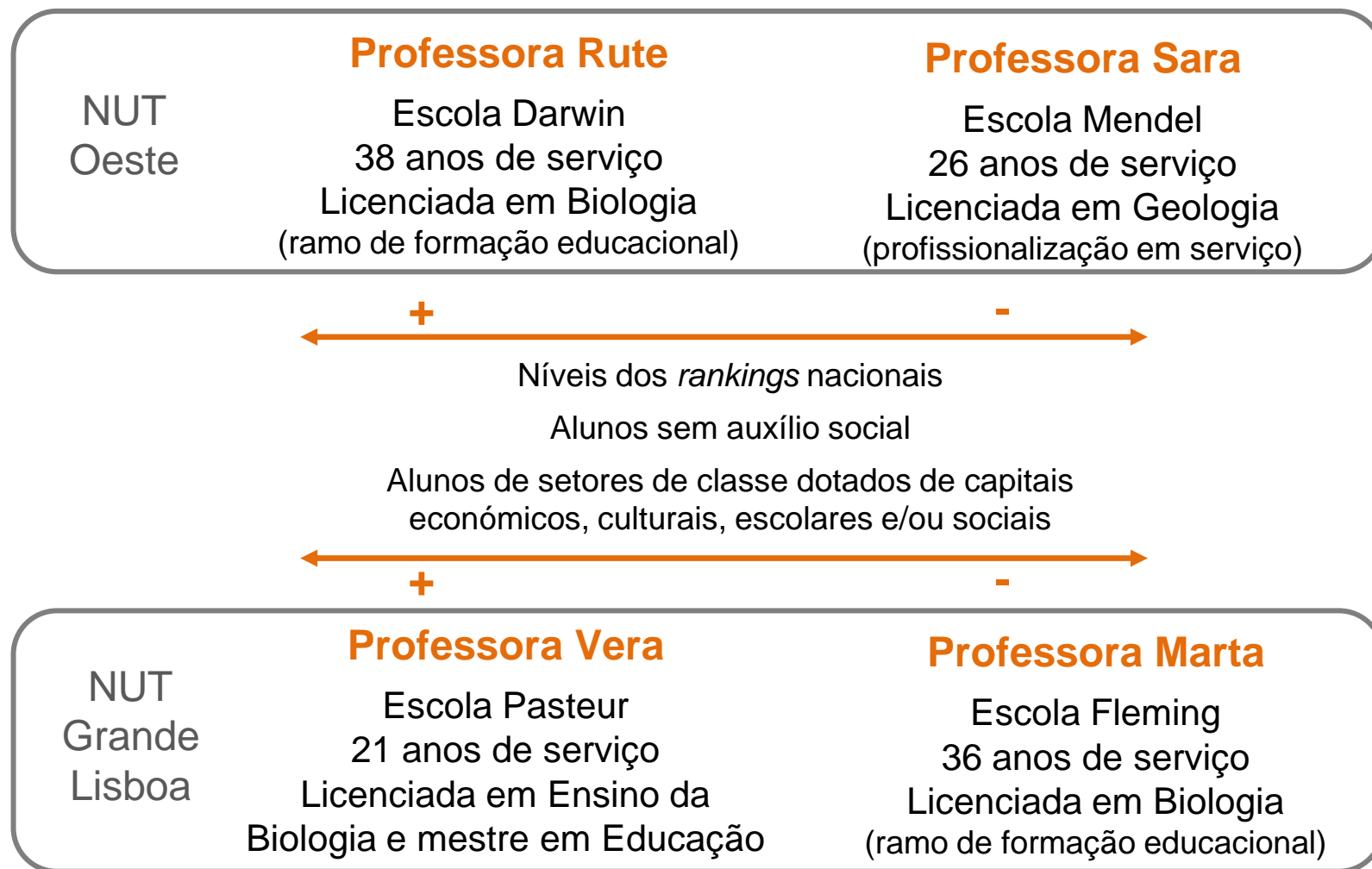


Discurso Pedagógico de Reprodução: Práticas pedagógicas

Ferreira, 2014; Ferreira & Morais, 2014a, 2014b

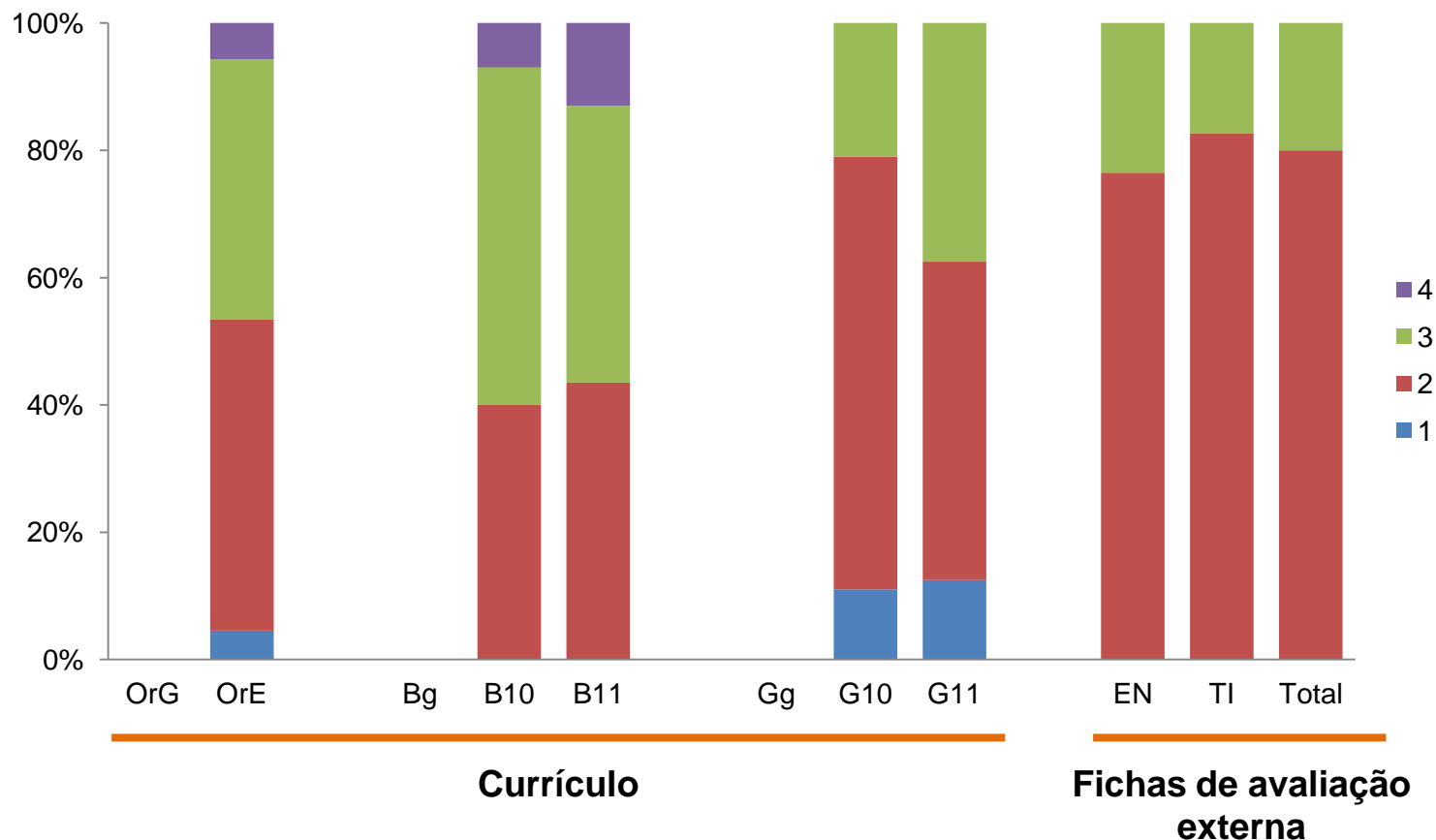
Exigência conceptual do trabalho prático

Sujeitos do estudo



Resultados da investigação

Documentos oficiais de Biologia e Geologia Conhecimentos científicos

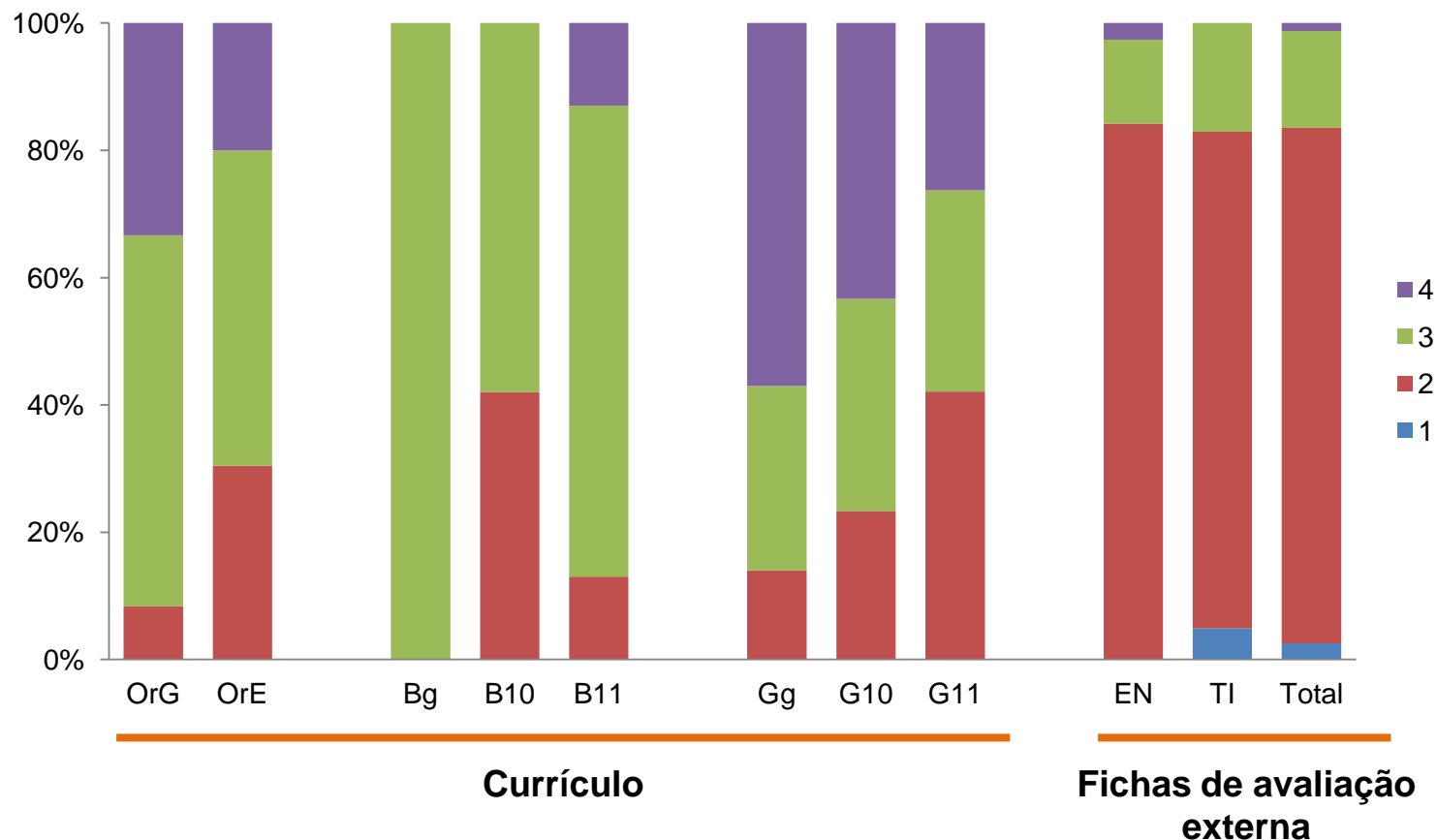


Ferreira & Morais, 2014a, 2014b

Resultados da investigação

Documentos oficiais de Biologia e Geologia

Capacidades cognitivas

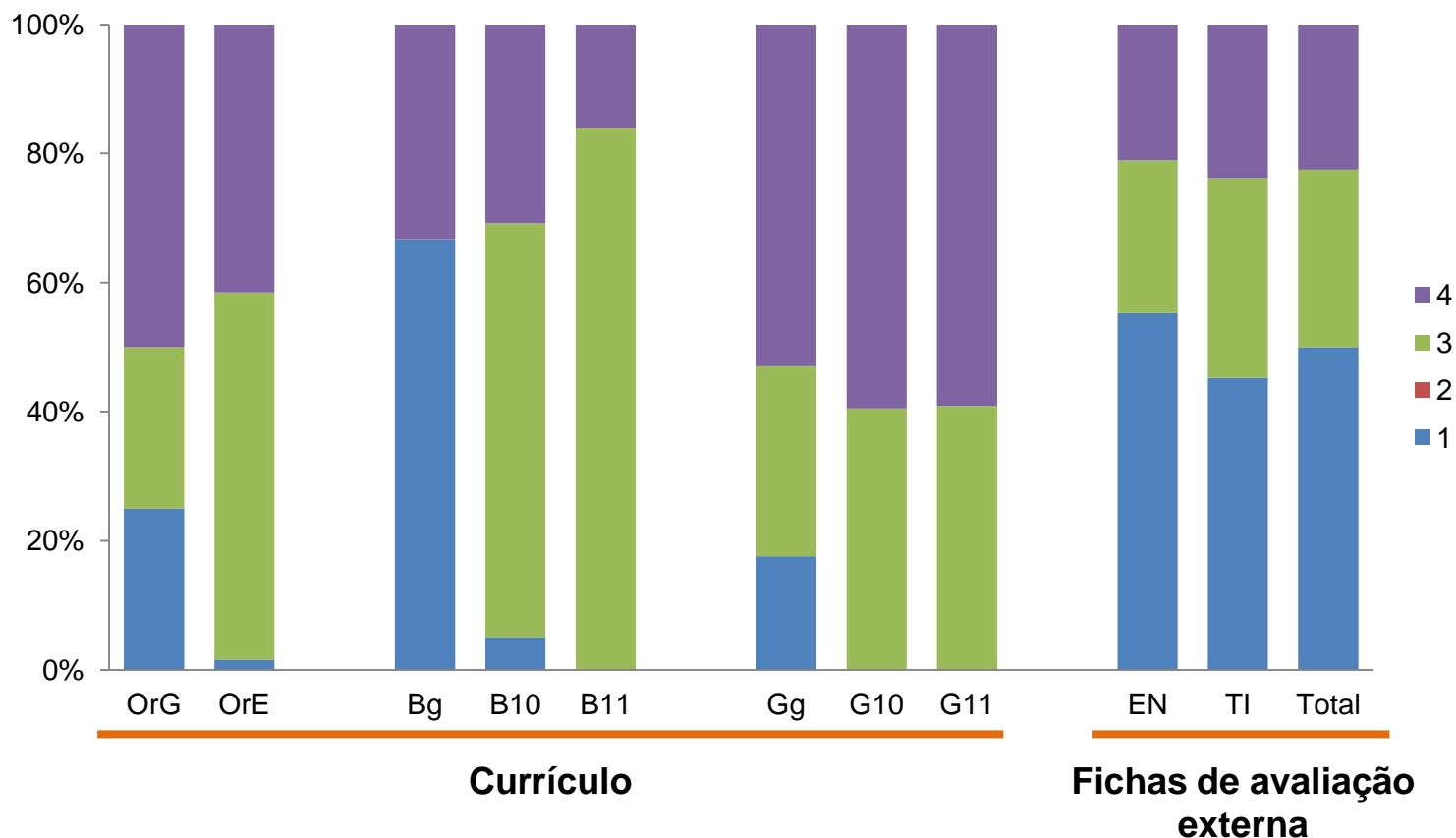


Ferreira & Morais, 2014a, 2014b

Resultados da investigação

Documentos oficiais de Biologia e Geologia

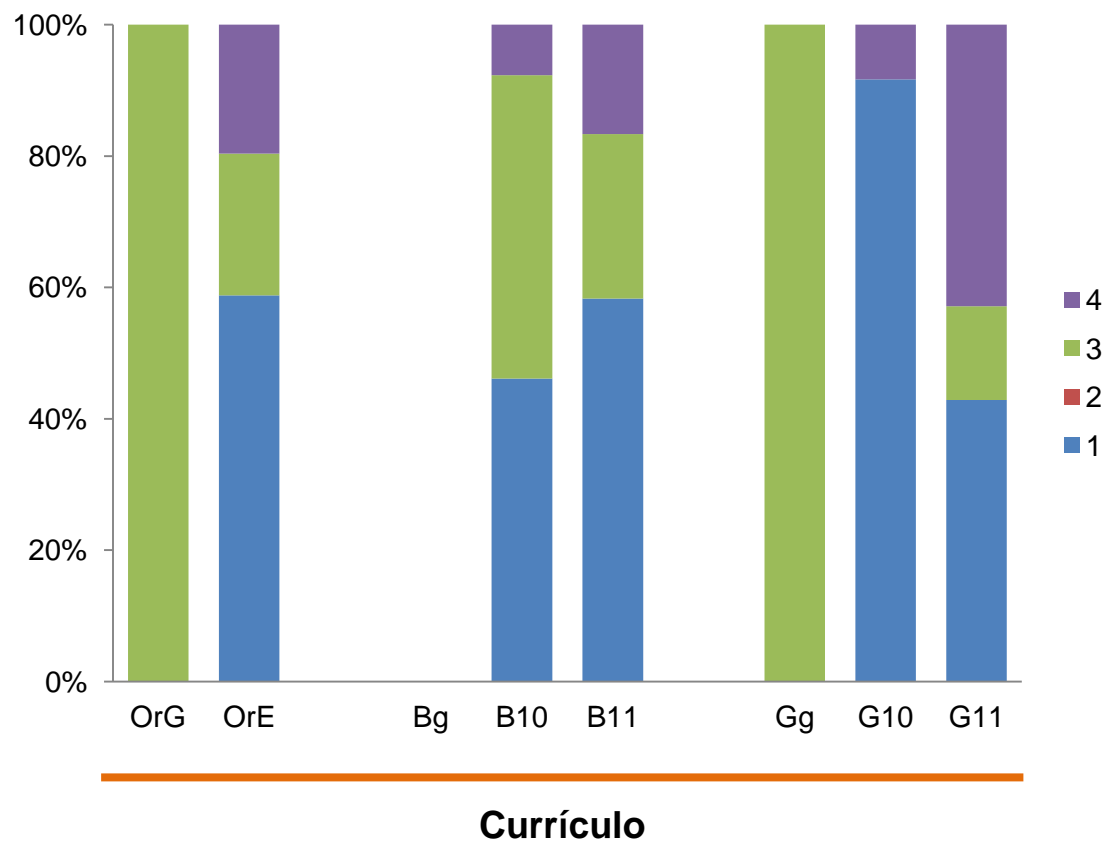
Relação entre teoria e prática



Ferreira & Morais, 2014a, 2014b

Resultados da investigação

Documentos oficiais de Biologia e Geologia Relação entre diferentes atividades práticas



Ferreira & Morais, 2014a

Práticas pedagógicas de Biologia e Geologia

Dimensões de análise		Contexto de transmissão/aquisição		Contexto de avaliação do trabalho prático
		Componente teórica	Componente prática	
O Que	Conhecimentos científicos	--*	Grau 2 Grau 1/ Grau 2 Grau 2 Grau 1/ Grau 2	Grau 2 Grau 2 Grau 2 Grau 2
	Capacidades cognitivas	--*	Grau 2 Grau 1/ Grau 2 Grau 2 / Grau 3 Grau 2	Grau 1/ Grau 2 Grau 2 Grau 2 Grau 2
O Como	Relação entre discursos: Relação entre teoria e prática	Grau 1 Grau 1 Grau 1 Grau 1	Grau 3 Grau 2 / Grau 3 Grau 2 / Grau 3 Grau 1 / Grau 2	Grau 3 Grau 3 Grau 3 Grau 2
	Relação entre discursos: Relação entre diferentes atividades práticas	--*	Grau 1 Grau 1 Grau 1 Grau 1	--*

Professora Rute. Professora Sara. Professora Vera. Professora Marta.

* A dimensão não foi analisada nesse contexto.




Dimensões de análise		Contexto de transmissão/ aquisição da componente prática				Contexto de avaliação do trabalho prático				
		G1	G2	G3	G4	G1	G2	G3	G4	
O Que	Conhecimentos científicos									
	Capacidades cognitivas									
O Como	Relação entre teoria e prática									
	Relação entre diferentes atividades práticas									

Professora Rute. **Professora Sara.** Professora Vera. Professora Marta.

* A dimensão não foi analisada nesse contexto.


Considerações finais


O trabalho prático nos documentos oficiais e nas práticas dos professores

-  Os documentos oficiais atribuem pouca ênfase ao trabalho prático, o que contraria as orientações gerais do ME.
-  Incoerências entre as mensagens do currículo e das fichas de avaliação externa quanto ao nível de exigência conceptual do trabalho prático, sendo esse nível menor na avaliação externa.
-  Nenhuma das práticas evidenciou um elevado nível de exigência conceptual e tenderam a aproximar-se da mensagem expressa nas fichas de avaliação externa.

Considerações finais

O trabalho prático em diferentes contextos de práticas pedagógicas

 As professoras das escolas classificadas nos níveis mais baixos dos *rankings* nacionais e cujos alunos pertenciam a setores sociais menos providos de recursos apresentaram práticas que se caracterizaram pelos níveis mais baixos de exigência conceitual.

 O contexto social da turma parece influenciar a prática pedagógica, levando a que os professores diminuam ou aumentem o nível de exigência conceitual do trabalho prático, para se adaptarem ao que julgam ser as capacidades de aprendizagem dos alunos.

Estas conclusões revestem-se de especial importância se pretendermos que todos os alunos alcancem um elevado nível de literacia científica. A comunidade educativa deve ser sensibilizada para uma mudança consciente das suas teorias e práticas.

TRABALHO PRÁTICO EM CURRÍCULOS E EM PRÁTICAS PEDAGÓGICAS

PROPOSTA DE MUDANÇA



Como conceber atividades laboratoriais, para alunos dos diferentes níveis de escolaridade, que permitam uma aprendizagem conceptualizada quanto a capacidades de processos científicos?

Coerência curricular

Capacidades de processos científicos em vários níveis de escolaridade

Nível de escolaridade	Processos científicos
Ensino secundário	Interação complexa de variáveis (quantitativas)
3º ciclo	Interação simples de variáveis (qualitativas/quantitativas)
2º ciclo	Interação simples de variáveis (qualitativas/quantitativas)
1º ciclo	Interação simples de variáveis (qualitativas/quantitativas)

Níveis crescentes de complexidade

Capacidades de processos científicos


Exemplos:

- Formulação de problemas
- Formulação de hipóteses
- Planeamento experimental
- Interpretação de resultados

(e.g., BSCS, 2003, 2009; Harlen, 1993)

Coerência curricular

Inter-relação fotossíntese/respiração em vários níveis de escolaridade



Nível de escolaridade	Explicitação dos conceitos	Exemplos de exploração
3º ciclo	O fluxo de energia e o ciclo de matéria na Biosfera são assegurados pela relação fotossíntese/respiração.	No estudo dos ecossistemas, relacionar o ciclo de matéria e de energia com a inter-relação fotossíntese/respiração.
2º ciclo	<p><u>Fotossíntese</u>: Em presença da luz, os seres vivos com clorofila, consomem CO₂ e libertam O₂ e, neste processo, fabricam matéria orgânica.</p> <p><u>Respiração</u>: Os seres vivos utilizam O₂ e libertam CO₂ e, neste processo, asseguram a sua sobrevivência.</p>	No estudo da diversidade de plantas e animais, relacionar a libertação de O ₂ e o consumo de CO ₂ com a fotossíntese e o consumo de O ₂ e a libertação de CO ₂ com a respiração.
1º ciclo	<p><u>Fotossíntese</u>: As plantas precisam de água, sais minerais e luz para sobreviverem.</p> <p><u>Respiração</u>: Os seres vivos precisam de oxigénio para sobreviverem.</p>	No estudo dos fatores ambientais, relacionar alguns fatores abióticos (água, luz, temperatura, oxigénio) com a vida das plantas e dos animais.


Processos científicos no 1º ciclo




Em agosto, nas férias do verão, o João foi almoçar a casa do Afonso e comeu uma salada de tomate. O Afonso disse-lhe que tinha plantado os tomateiros na varanda de sua casa no final do mês de maio.


Quando voltou de férias, o João resolveu plantar também tomateiros na varanda de sua casa. Plantou-os em novembro mas não conseguiu que crescessem.

Problema:

 Por que razão os tomateiros se desenvolvem quando são plantados em maio e não quando são plantados em novembro?

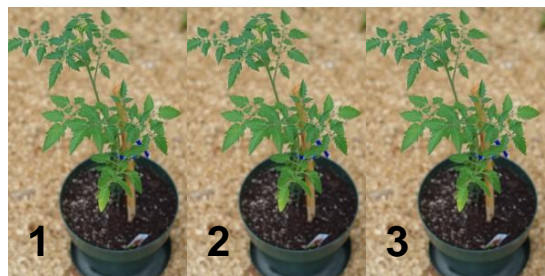
Hipóteses:

 Os tomateiros desenvolvem-se quando são plantados em maio porque a temperatura é mais elevada do que em novembro.

 Os tomateiros desenvolvem-se quando são plantados em maio porque há mais luz do que em novembro.

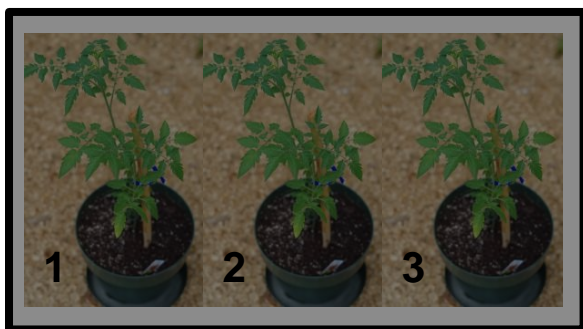
Processos científicos no 1º ciclo

Planeamento experimental:

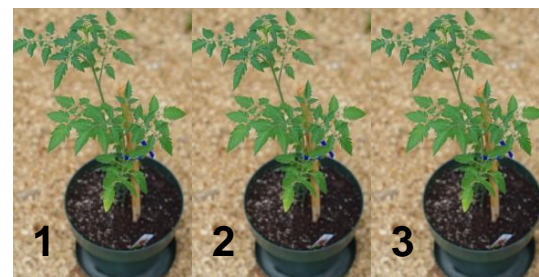


Tempo (dias)	Resultados (altura da planta em cm)			
	A	B	C	D
Início	-	-	-	-
7º dia	-	-	-	-
14º dia	-	-	-	-

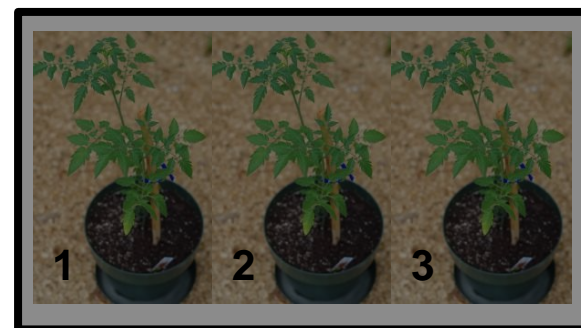
A – Na bancada da sala (20 a 25 °C), na presença de luz



B – Na bancada da sala (20 a 25 °C), na ausência de luz




C – No frigorífico (5 °C), na presença de luz



D – No frigorífico (5 °C), na ausência de luz

Coerência curricular

Inter-relação fotossíntese/respiração em vários níveis de escolaridade



Nível de escolaridade	Explicitação dos conceitos	Exemplos de exploração
3º ciclo	O fluxo de energia e o ciclo de matéria na Biosfera são assegurados pela relação fotossíntese/respiração.	No estudo dos ecossistemas, relacionar o ciclo de matéria e de energia com a inter-relação fotossíntese/respiração.
2º ciclo	<p><u>Fotossíntese</u>: Em presença da luz, os seres vivos com clorofila, consomem CO₂ e libertam O₂ e, neste processo, fabricam matéria orgânica.</p> <p><u>Respiração</u>: Os seres vivos utilizam O₂ e libertam CO₂ e, neste processo, asseguram a sua sobrevivência.</p>	No estudo da diversidade de plantas e animais, relacionar a libertação de O ₂ e o consumo de CO ₂ com a fotossíntese e o consumo de O ₂ e a libertação de CO ₂ com a respiração.
1º ciclo	<p><u>Fotossíntese</u>: As plantas precisam de água, sais minerais e luz para sobreviverem.</p> <p><u>Respiração</u>: Os seres vivos precisam de oxigénio para sobreviverem.</p>	No estudo dos fatores ambientais, relacionar alguns fatores abióticos (água, luz, temperatura oxigénio) com a vida das plantas e dos animais.

Processos científicos no 2º ciclo



Desflorestação da Amazónia aumentou 28% no último ano

Em 2009, o Brasil assumiu o compromisso de reduzir, até 2020, as emissões de gases com efeito de estufa, concretamente reduzir em 36% o aumento das emissões de carbono. Para ajudar a cumprir essa meta, o Governo contava com uma descida de 80% no nível de desflorestação. Contudo, a desflorestação da Amazónia aumentou 28% entre Agosto de 2012 e Julho deste ano, invertendo a tendência dos últimos anos. Naquele período foram destruídos 5843 quilómetros quadrados de floresta, o equivalente a quase 600 campos de futebol, situação que a ministra do Meio Ambiente brasileira, Izabella Teixeira, classificou como "inaceitável".

Adaptado de notícia do jornal *Público*, 15/11/2013

Processos científicos no 2º ciclo



Desflorestação da Amazónia aumentou 28% no último ano

Em 2009, o Brasil assumiu o compromisso de reduzir, até 2020, as emissões de gases com efeito de estufa, concretamente reduzir em 36% o aumento das emissões de carbono. Para ajudar a cumprir essa meta, o Governo contava com uma descida de 80% no nível de desflorestação. Contudo, a desflorestação da Amazónia aumentou 28% entre Agosto de 2012 e Julho deste ano, invertendo a tendência dos últimos anos. Naquele período foram destruídos 5843 quilómetros quadrados de floresta.

Problema:

Por que razão a diminuição da desflorestação leva à redução do carbono existente na atmosfera?

Hipótese:

As plantas absorvem o carbono do ar.

Processos científicos no 2º ciclo

Planeamento experimental:



Tubos 1 e 2 – água carbonatada + azul-de-bromotimol*

Tubos 3 e 4 – água carbonatada + azul-de-bromotimol* + planta


Tubo	Resultados (cor do azul-de-bromotimol)
1	Amarelo
2	Amarelo
3	Azul
4	Amarelo

*O **azul-de-bromotimol** é um indicador de CO_2 que toma a cor amarela quando o meio é ácido (presença de CO_2) e azul quando o meio é básico (ausência de CO_2).

BSCS, 2003

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 CO₂.</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 CO₂ e libertam o O₂ e, neste processo, fabricam matéria orgânica.</p> <p><u>Respiração</u>: Os seres vivos utilizam O₂ e libertam CO₂ e, neste processo, asseguram a sua sobrevivência.</p>	<p>No estudo da diversidade de plantas e animais, relacionar a libertação de O₂ e o consumo de CO₂ com a fotossíntese e o consumo de O₂ e a libertação de CO₂ com a respiração.</p>

Processos científicos no 3º ciclo



Níveis de dióxido de carbono da Ria Formosa em estudo

Universidade do Algarve quer descobrir se a ria consome mais ou produz mais CO₂

Uma equipa de investigadores da Universidade do Algarve arranca em janeiro com um projeto que visa estimar se, na Ria Formosa, há maior produção ou maior consumo de carbono. A Ria Formosa – sistema lagunar que se estende ao longo de 60 quilómetros entre o Ancão e a Manta Rota –, é um ecossistema onde, simultaneamente, se produz e se consome dióxido de carbono devido à presença de algas, plantas e animais e ainda pelas atividades desenvolvidas pelo homem (por exemplo, através das ETARs).

O projeto é importante, explica Rui Santos, coordenador do grupo Algae, do Centro de Ciências do Mar da Universidade do Algarve, pois permite dar *um passo no conhecimento dos efeitos da libertação de carbono na atmosfera e consequentes alterações climáticas.

Os investigadores vão medir a quantidade de carbono na Ria Formosa e analisar com detalhe cada componente biológica da ria (plantas marinhas, algas, sapal e viveiros, por exemplo) para quantificar quanto produzem e quanto consomem, fazendo depois uma estimativa global. Ao nível dos fluxos de CO₂, “a ideia é ver se a Ria Formosa se comporta como uma planta ou, pelo contrário, como um animal”, resumiu Rui Santos.

Adaptado de notícia do *Ciência Hoje*, 23/11/2009

Processos científicos no 3º ciclo



Níveis de dióxido de carbono da Ria Formosa em estudo

Universidade do Algarve quer descobrir se a ria consome mais ou produz mais CO₂

Uma equipa de investigadores da Universidade do Algarve arranca em janeiro com um projeto que visa estimar se, na Ria Formosa, há maior produção ou maior consumo de carbono. A Ria Formosa – sistema lagunar que se estende ao longo de 60 quilómetros entre o Ancão e a Manta Rota –, é um ecossistema onde, simultaneamente, se produz e se consome dióxido de carbono devido à presença de algas, plantas e animais e ainda pelas atividades desenvolvidas pelo

Problemas:

Em que medida a relação entre animais e plantas interfere nos níveis de dióxido de carbono de um ecossistema?*

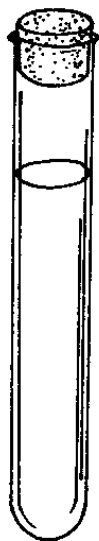
Em que medida a atividade humana interfere nos níveis de dióxido de carbono de um ecossistema?

*Hipótese:

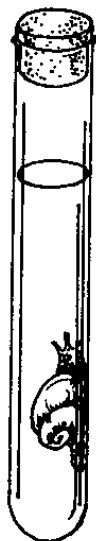
Através da respiração, as plantas e os animais libertam dióxido de carbono que é utilizado pelas plantas durante a fotossíntese.

Processos científicos no 3º ciclo

Planeamento experimental:



Tubo 1 – água + azul-de-bromotimol



Tubo 2 – água + azul-de-bromotimol + caracol



Tubo 3 – água + azul-de-bromotimol + planta



Tubo 4 – água + azul-de-bromotimol + caracol + planta

Tubo	Resultados (cor do azul-de-bromotimol)	
	Luz	Escuras
1	Azul	Azul
2	Amarelo	Amarelo
3	Azul	Amarelo
4	Azul	Amarelo

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 CO_2.</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 CO_2 e libertam o O_2 e, neste processo, fabricam matéria orgânica.</p> <p><u>Respiração</u>: Os seres vivos utilizam O_2 e libertam CO_2 e, neste processo, asseguram a sua sobrevivência.</p>	<p>No estudo da diversidade de plantas e animais, relacionar a libertação de O_2 e o consumo de CO_2 com a fotossíntese e o consumo de O_2 e a libertação de CO_2 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 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?

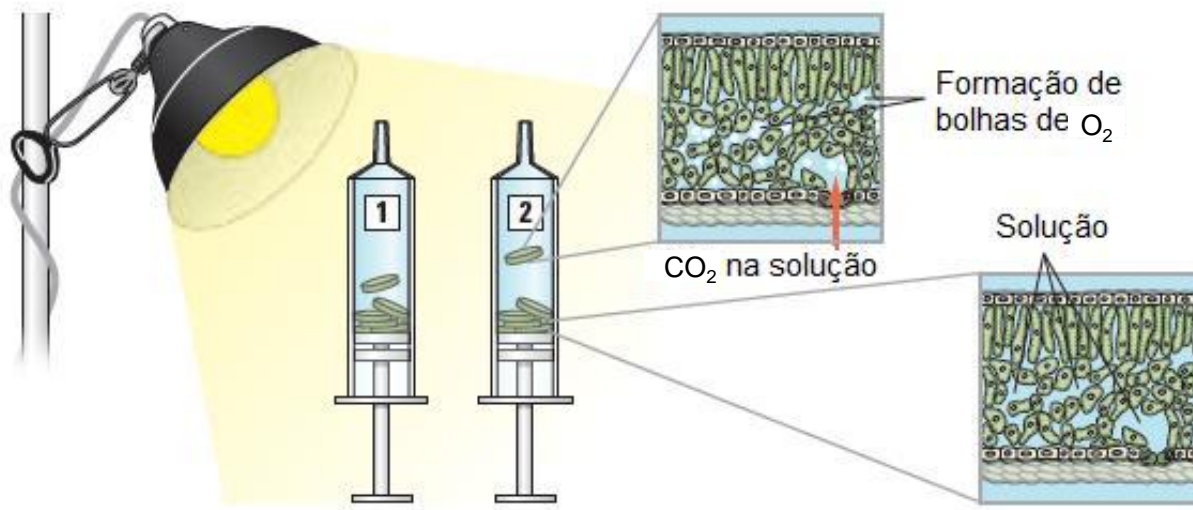
Hipóteses:

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

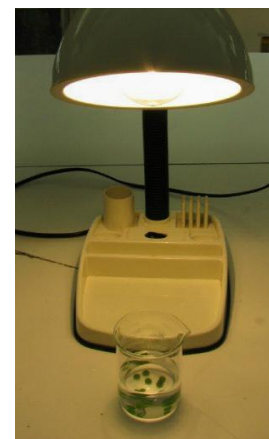
 A taxa fotossintética varia consoante a espécie de planta e, para uma dada espécie, aumenta à medida que aumenta a temperatura.

Processos científicos no Secundário

Planeamento experimental: Discos de folhas flutuantes



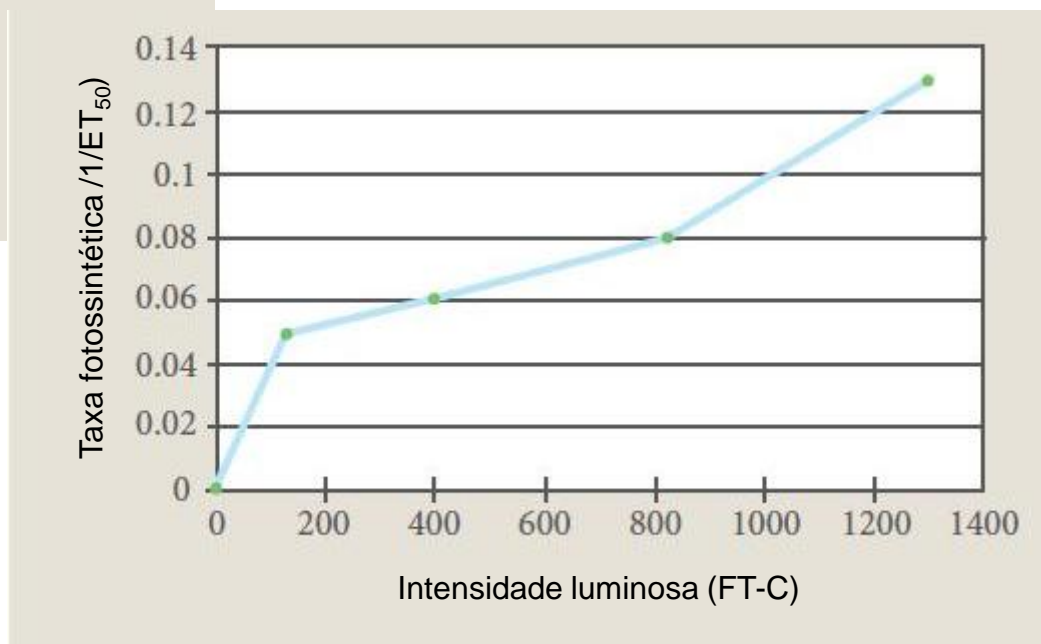
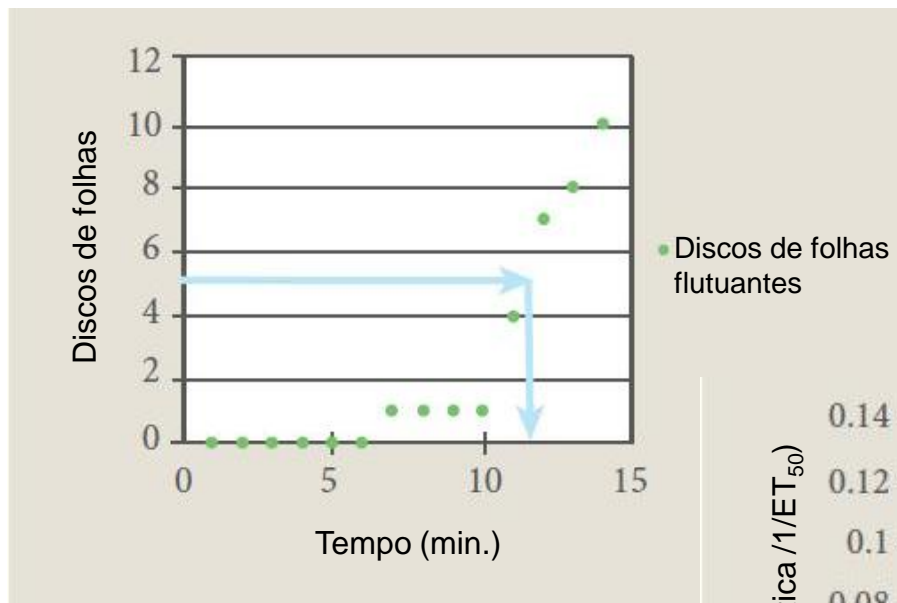
College Board, 2012



Casa das Ciências, 2012

Processos científicos no Secundário

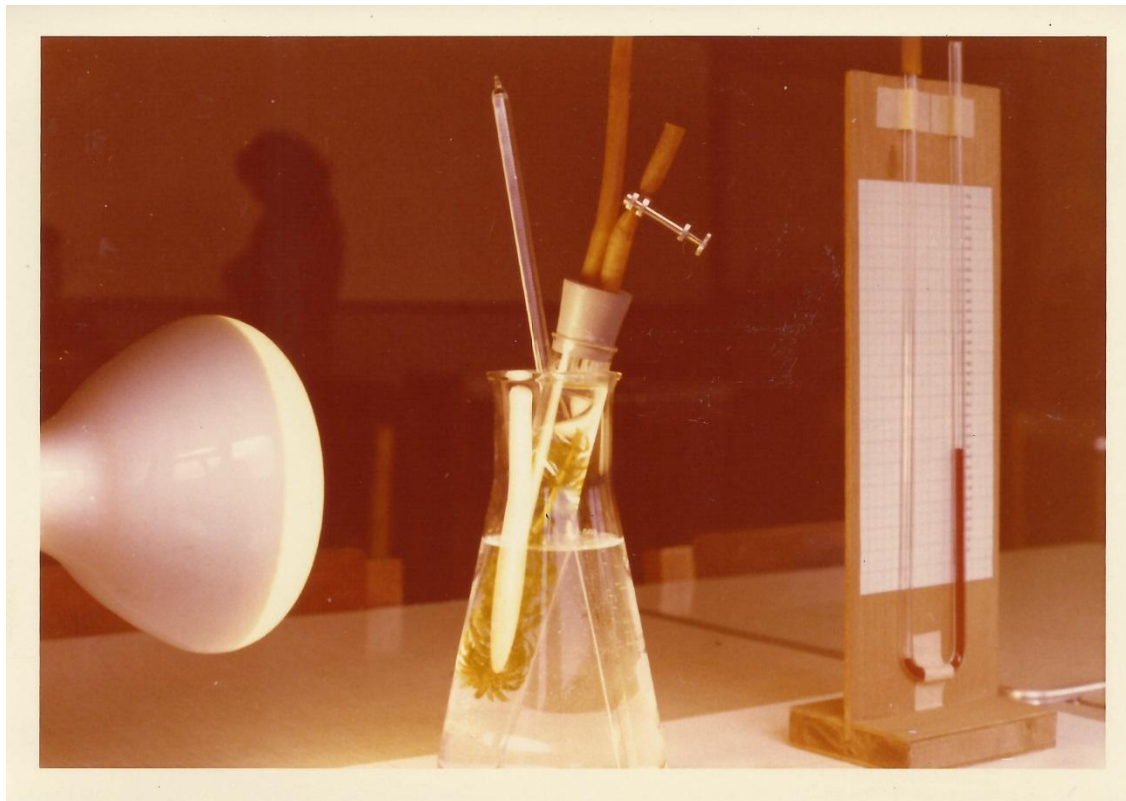
Registo e interpretação dos resultados:



College Board, 2012

Processos científicos no Secundário

Planeamento experimental: Recurso a um manómetro



Adaptado de BSCS, 1968

Coerência curricular

Capacidades de processos científicos em vários níveis de escolaridade

Nível de escolaridade	Processos científicos
Ensino secundário	Interação complexa de variáveis (quantitativas)
3º ciclo	Interação simples de variáveis (qualitativas/quantitativas)
2º ciclo	Interação simples de variáveis (qualitativas/quantitativas)
1º ciclo	Interação simples de variáveis (qualitativas/quantitativas)

Níveis crescentes de complexidade

Capacidades de processos científicos

Exemplos:

- Formulação de problemas
- Formulação de hipóteses
- Planeamento experimental
- Interpretação de resultados

(e.g., BSCS, 2003, 2009; Harlen, 1993)

Referências

- BSCS (Biological Sciences Curriculum Studies) (1968). *Plant growth and development: BSCS laboratory blocks*. Boston: Houghton Mifflin.
- BSCS (Biological Sciences Curriculum Studies) (2003). *Biology: A human approach teacher's handbook (2ª ed.)*. Dubuque, Iowa: Kendall.
- BSCS (Biological Sciences Curriculum Studies) (2009). *The Biology teacher's handbook (4ª ed.)*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Bybee, R. W. (2003). *The teaching of science: Content, coherence, and congruence*. Recuperado de <<http://brandwein.org/lecture/bybee>>
- Campbell, N., & Reece, J. (2008). *Biology (8ª ed.)*. San Francisco: Pearson/ Benjamin Cummings.
- Casa das Ciências (2012). *Atividade experimental: Explorando a fotossíntese com discos de folhas flutuantes*. Recuperado de <http://www.casadasciencias.org/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=38042028&Itemid=23>
- College Board (2012). *AP Biology investigative labs: An inquiry-based approach – Teacher manual*. New York: Author. Recuperado de <<http://www.collegeboard.com/html/apcourseaudit/courses/pdfs/cb-biology-lab-manual-1-24-12.pdf>>
- Domingos (atualmente Morais), A. M., Neves, I. P., & Galhardo, L. (1983). *Ciências do Ambiente: Livro do professor*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Ferreira, S. (2014). *Trabalho prático em Biologia e Geologia no ensino secundário: Estudo dos documentos oficiais e suas recontextualizações nas práticas dos professores*. Tese de doutoramento. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014a). A exigência conceptual em currículos de ciências: Estudo do trabalho prático em Biologia e Geologia do ensino secundário. In A. M. Morais, I. P. Neves & S. Ferreira (Eds.), *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo* (pp.131-157). Lisboa: Edições Sílabo.
- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014b). Currículo e exames nacionais: Estudo da exigência conceptual do trabalho prático em Biologia e Geologia do ensino secundário. In A. M. Morais, I. P. Neves & S. Ferreira (Eds.), *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo* (pp.265-284). Lisboa: Edições Sílabo.
- Harlen, W. (1993). *Teaching and learning primary science*. London: Paul Chapman.
- Terraprima (2013). *Pastagens semeadas biodiversas*. Recuperado de <<http://www.terraprima.pt/pt/pagina/3>>.