

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

Margarida Afonso

Escola Superior de Educação, IPCB / IE, UL

Sílvia Ferreira

CNE / EBI do Carregado / IE, UL

12 . JANEIRO . 2015

TRABALHO PRÁTICO: A IMPORTÂNCIA DO TRABALHO LABORATORIAL

CONCEPTUALIZAÇÃO



“Eu creio que continua a existir uma ignorância geral acerca de como a ciência é feita. Isto não significa que toda a ciência seja feita da mesma maneira... Os estilos de investigação científica variam quase tanto como a personalidade dos investigadores.”

Watson, 1987

“O trabalho prático no ensino das ciências constitui um recurso único para a aprendizagem do conhecimento e dos processos científicos, para o desenvolvimento de importantes ferramentas e capacidades cognitivas e para o aumento da motivação dos alunos. Como tal, considera-se que o trabalho prático deve ser uma parte integrante de um currículo de ciências, da prática pedagógica e da avaliação das aprendizagens.”

Lunetta, Hofstein & Clough, 2007

trabalho

prático

Toda e qualquer atividade em que os alunos desempenhem um papel ativo.

Hodson, 1993

Todas as atividades que exigem que o aluno esteja ativamente envolvido, nos domínios psicomotor, cognitivo ou afetivo.

Leite, 2001

Experiências de aprendizagem nas quais os alunos interagem com materiais ou com fontes secundárias de dados para observar e compreender o mundo natural.

Lunetta, Hofstein e Clough, 2007

Qualquer atividade de ensino e de aprendizagem em ciências em que os alunos, trabalhando individualmente ou em pequenos grupos, observam e/ou manipulam os objetos ou materiais que estão a estudar.

Millar, 2010

O que é trabalho prático?

Atividades de ensino/aprendizagem em ciências em que o aluno esteja ativamente envolvido e que permitam a mobilização de capacidades de processos científicos e de conhecimentos científicos, podendo concretizar-se através de papel e lápis ou de observação e/ou manipulação de materiais.

Capacidades de processos científicos

Formas de pensamento mais diretamente envolvidas na investigação científica.

Chiappetta, 1997

Fazer observações; colocar questões; examinar livros e outras fontes de informação para se ver o que já se sabe; planificar investigações; rever o que já se sabe com base em evidências experimentais; usar ferramentas para obter, analisar e interpretar dados; propor respostas, explicações e previsões; e comunicar os resultados.

National Science Education Standards , NRC, 1996

Processos científicos

1. Formulação de questões de investigação;
2. Planificação de um estudo para responder à questão de investigação, que inclui vários subprocessos, como seleção de variáveis, planificação de procedimentos, controlo de variáveis e planificação de medições;
3. Observações;
4. Explicação dos resultados, que contempla vários aspetos, como tratamento das observações, deteção de erros, realização de inferências, generalizações e argumentação;
5. Desenvolvimento de teorias;
6. Estudo de artigos de investigação.

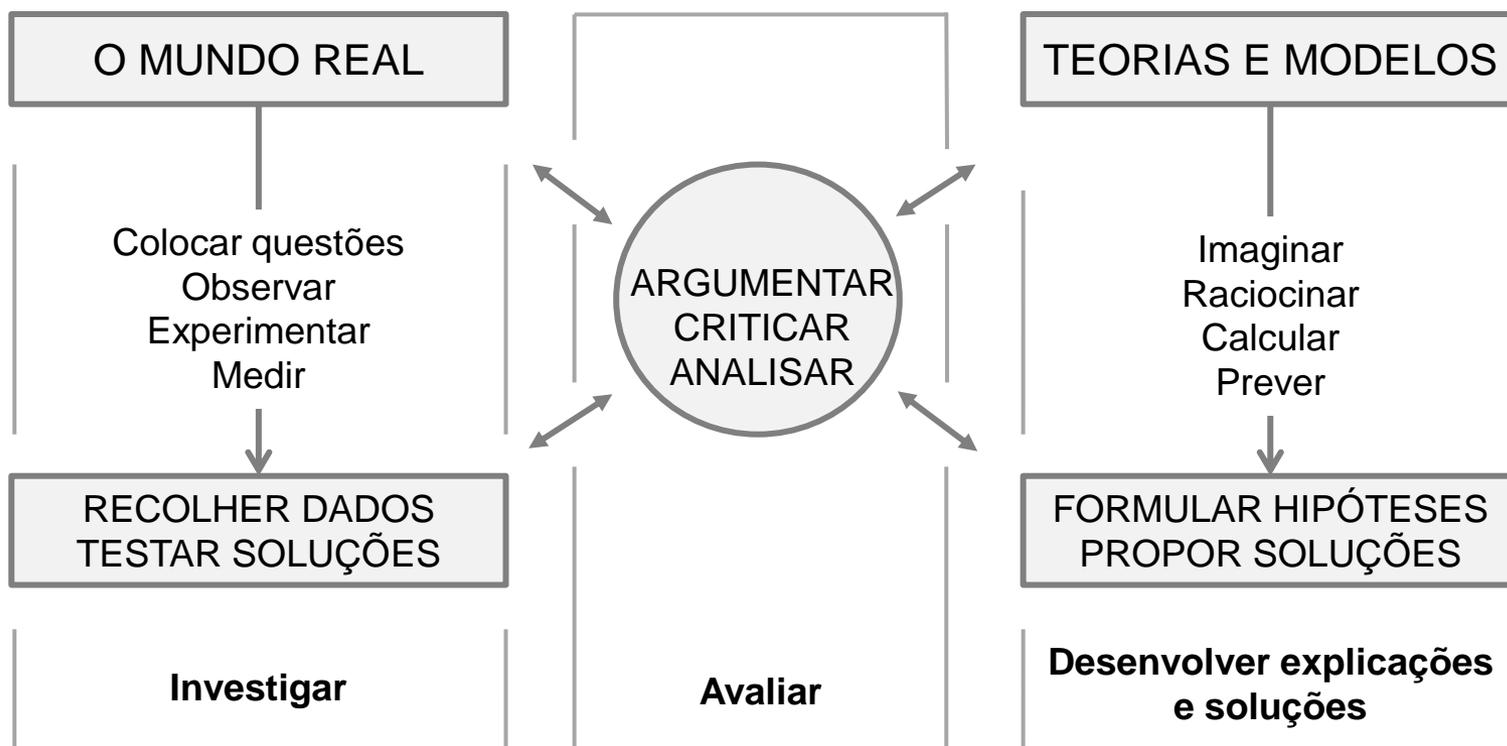
Chin & Malhotra, 2002

Processos científicos

1. Colocar questões;
2. Desenvolver e usar modelos;
3. Planificar e realizar investigações;
4. Analisar e interpretar dados;
5. Usar pensamento matemático e computacional;
6. Construir explicações;
7. Argumentar a partir de evidências;
8. Obter, avaliar e comunicar informação.

Next Generation Science Standards, NRC, 2012

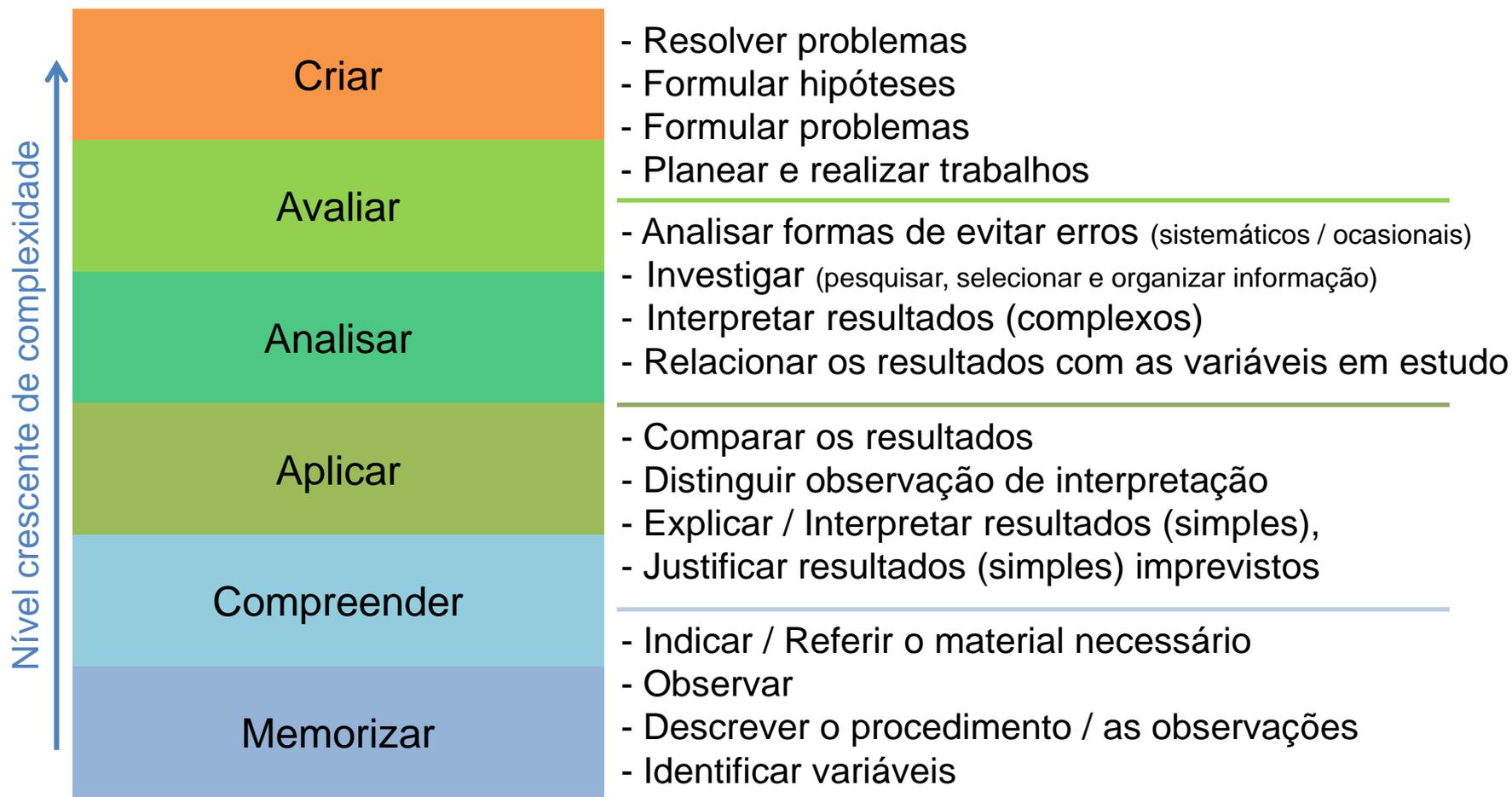
Processos científicos



NRC, 2012

Processos científicos

Taxonomia revista de Bloom



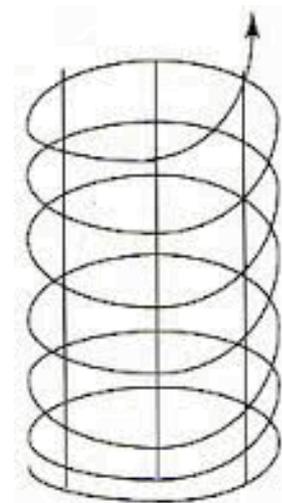
Anderson et al., 2001

Processos científicos

O trabalho prático permite o desenvolvimento de capacidades de processos científicos diversas como a observação, a identificação de problemas, o levantamento de hipóteses, a planificação de experiências e estas devem ser desenvolvidas de forma cada vez mais complexa.

Bruner, 1963

Currículo em espiral



Tipologia de trabalho prático



Tipologia de trabalho prático

Atividade laboratorial

Trabalho de pesquisa bibliográfica

Simulação

Visita de estudo

Atividade de discussão orientada

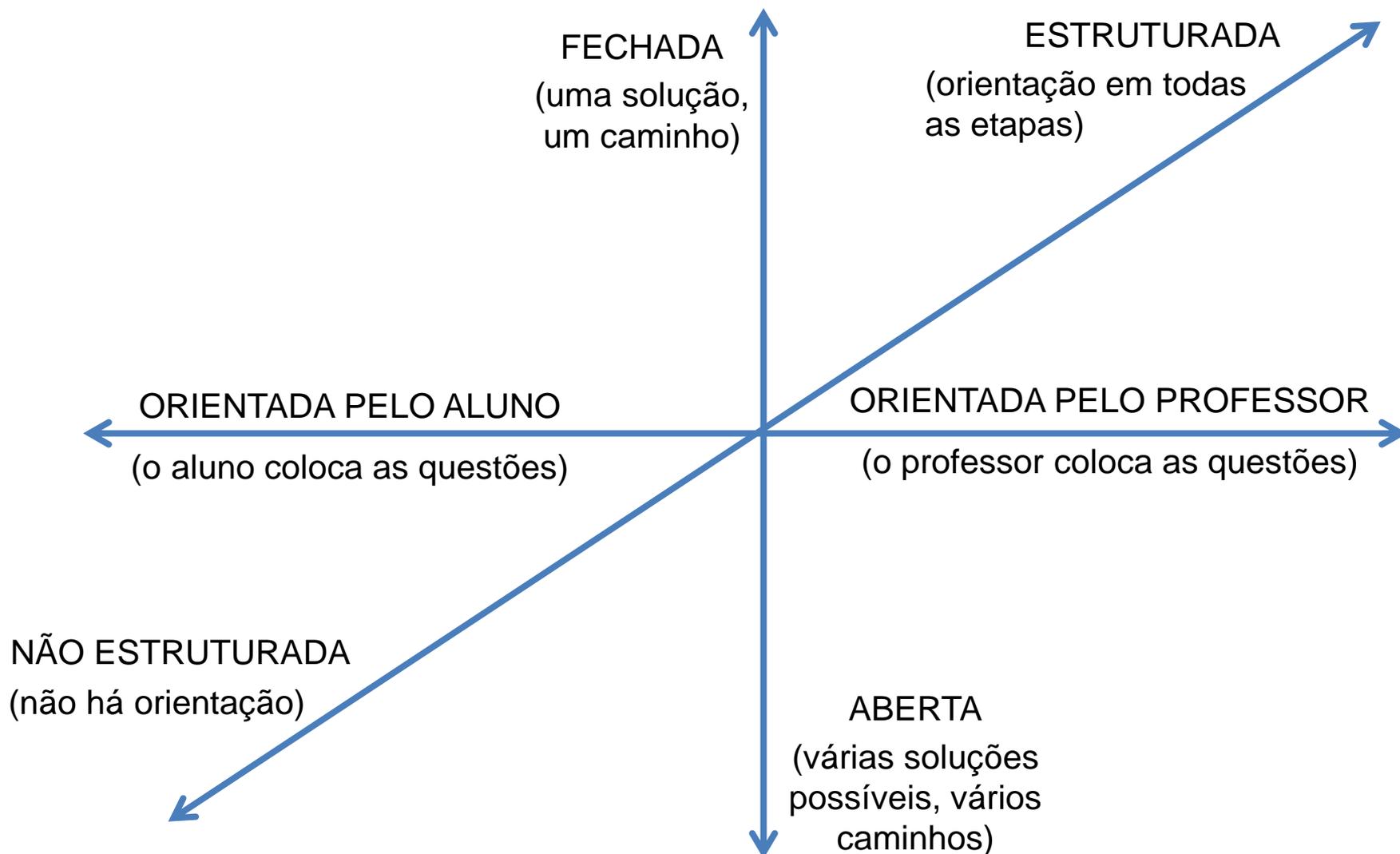
Exercícios de aplicação

Recursos digitais

O que é trabalho laboratorial?

Todas as atividades de ensino/aprendizagem em ciências em que o aluno esteja ativamente envolvido e que permitam a mobilização de capacidades de processos científicos e de conhecimentos científicos, devendo ser concretizadas através da observação e/ou interação com materiais e equipamento de laboratório (ou materiais alternativos).

Tipologia de trabalho prático laboratorial



Tipologia de trabalho prático laboratorial

B2.1 Grau de abertura da atividade

Aspeto da atividade laboratorial	Definido pelo professor	Decidido em discussão	Escolhido pelos alunos
Questão			
Equipamento			
Procedimento			
Métodos de recolha de dados			
Interpretação dos resultados			

B2.2 Natureza do envolvimento dos alunos

- Demonstrada pelo professor, os alunos observam
 - Demonstrada pelo professor, os alunos observam e assistem-no
 - Realizada pelos alunos em pequenos grupos
 - Realizada pelos alunos individualmente
-

Millar et al., 2002

Tipologia de trabalho prático laboratorial

Nível de inquérito	Questão	Métodos	Interpretação dos resultados
1 (de confirmação)	X	X	X
2 (estruturado)	X	X	
3 (guiado)	X		
4 (aberto)			

X – informação fornecida pelo professor.

Bell et al., 2005

Construção da ciência e ensino da ciência

Ciência em ação é *investigação*... a ciência pode ser definida como um *inquérito* sistemático cada vez mais profundo e normalmente direcionado para a resolução de problemas de forma cada vez mais sofisticada e poderosa.

Ziman, 2000

Quando uma hipótese, que passou por testes rigorosos, é falsificada, surge um novo problema. Este novo problema exige a invenção de novas hipóteses, seguida de nova crítica e de novos testes.

Popper, 1959, *in* Chalmers, 1999

O que é um trabalho prático laboratorial conceptualmente exigente?

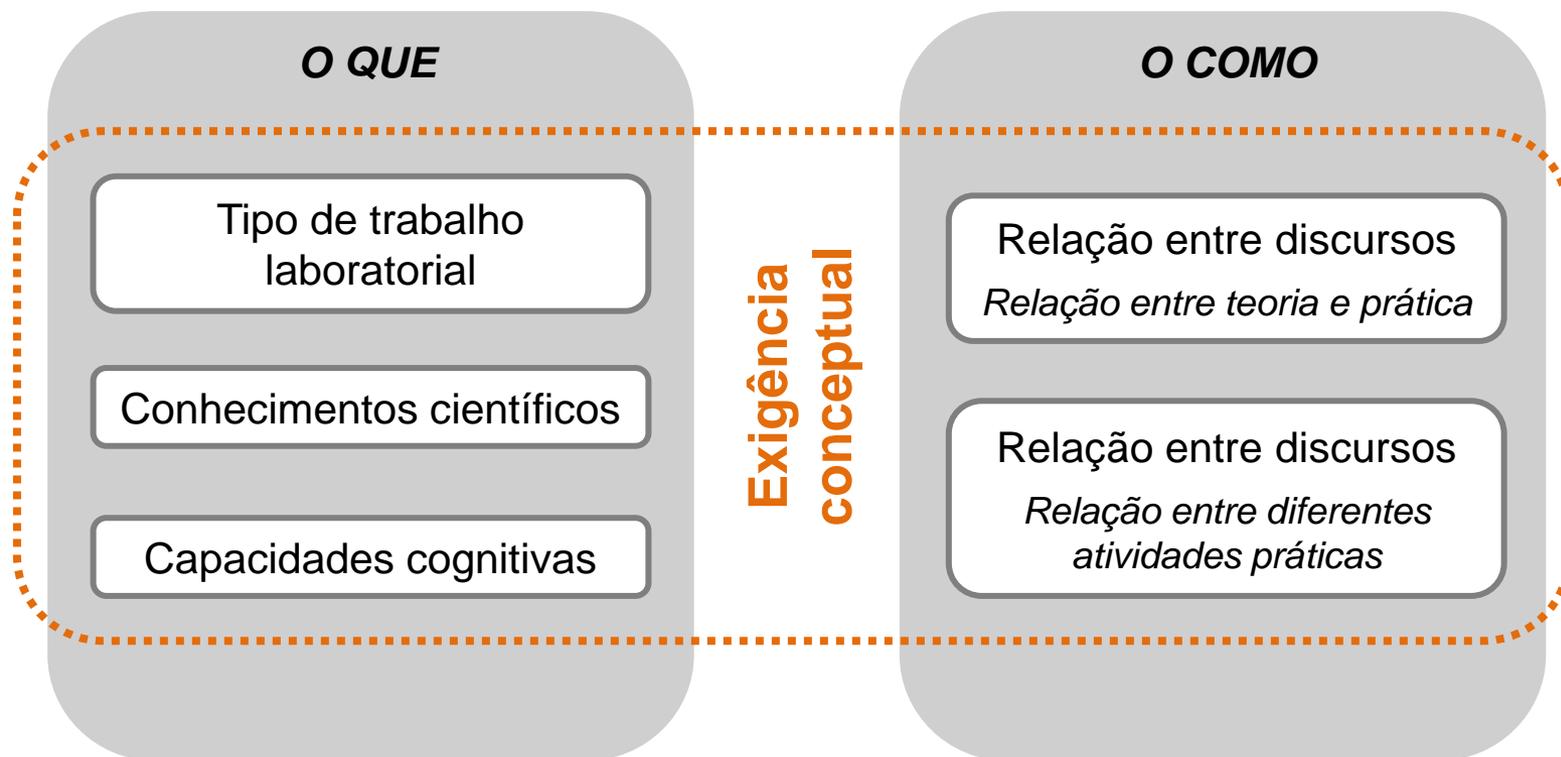
Nível de complexidade em educação científica traduzido pela complexidade do conhecimento científico e das relações entre conhecimentos distintos de uma dada disciplina científica e também pela complexidade das capacidades cognitivas.

Morais & Neves, 2012

Em relação ao trabalho prático laboratorial:

- Complexidade do conhecimento científico
- Complexidade das capacidades de processos científicos
- Complexidade das relações entre conhecimentos

Exigência conceptual do trabalho laboratorial



Ferreira & Morais, 2014

Principais problemas identificados nas atividades práticas laboratoriais

Erros estruturais:



Ausência de controle de variáveis ou com um controle (muito) deficiente de variáveis;



Sem rigor na identificação dos materiais e dos procedimentos tornando difícil a sua realização e a obtenção de resultados válidos;



Falta de coerência:

entre o problema a investigar e o trabalho realizado para lhe dar resposta;

entre os resultados obtidos e a interpretação que lhes é dada.

Principais problemas identificados nas atividades práticas laboratoriais

Atividades científica e pedagogicamente pobres:

-  Do tipo fechado, envolvendo um caminho (o do protocolo experimental) e uma única solução;
-  Estruturadas e orientadas (quase exclusivamente) pelo professor;
-  Não apelando a conhecimentos científicos nem a capacidades de processos científicos de nível elevado;
-  Não apelando à relação com outras atividades, outros conhecimentos, outras capacidades de processos científicos anteriormente desenvolvidos.

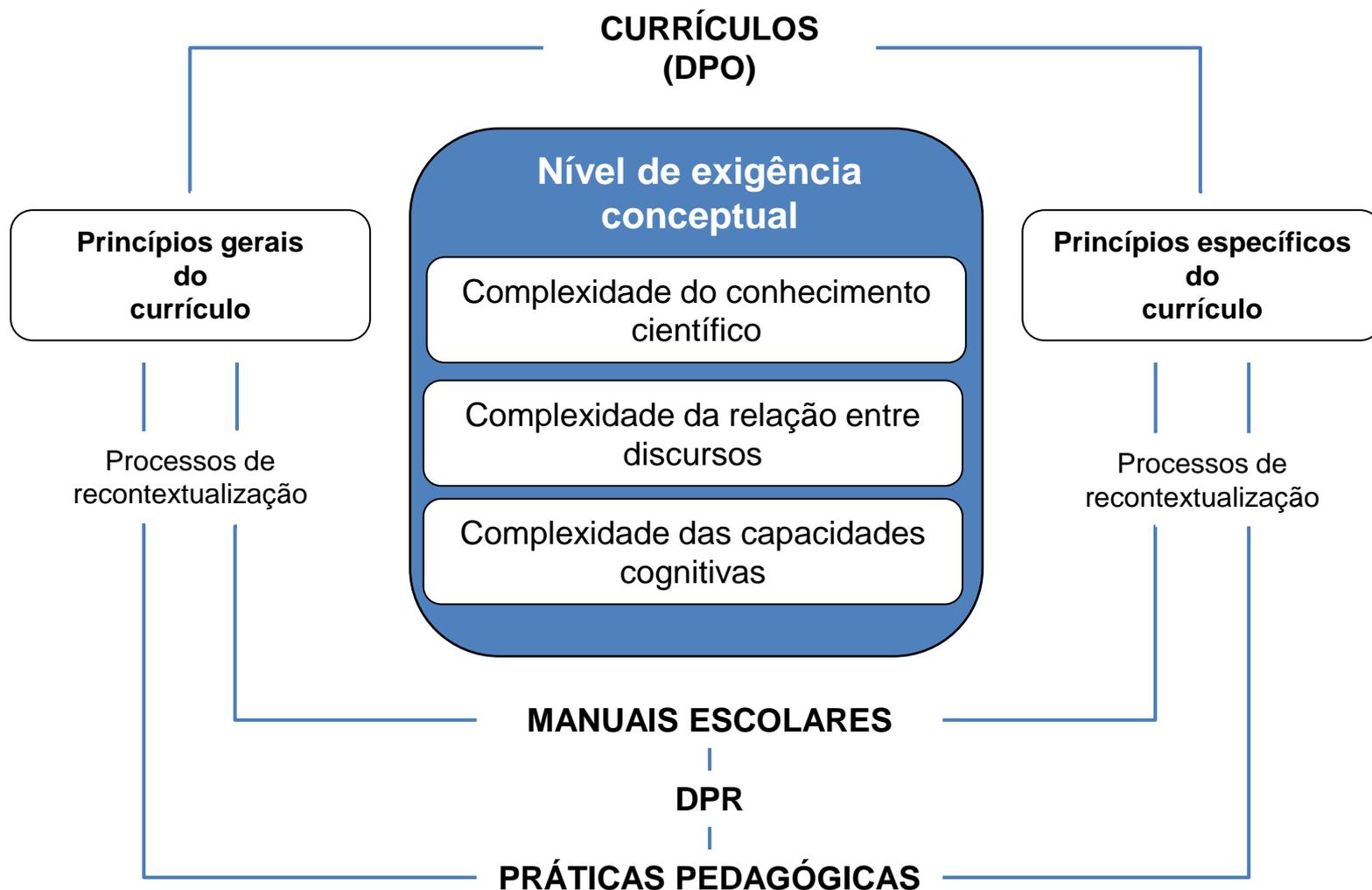
Afonso, 2008

TRABALHO PRÁTICO: A IMPORTÂNCIA DO TRABALHO LABORATORIAL

MODELOS DE ANÁLISE

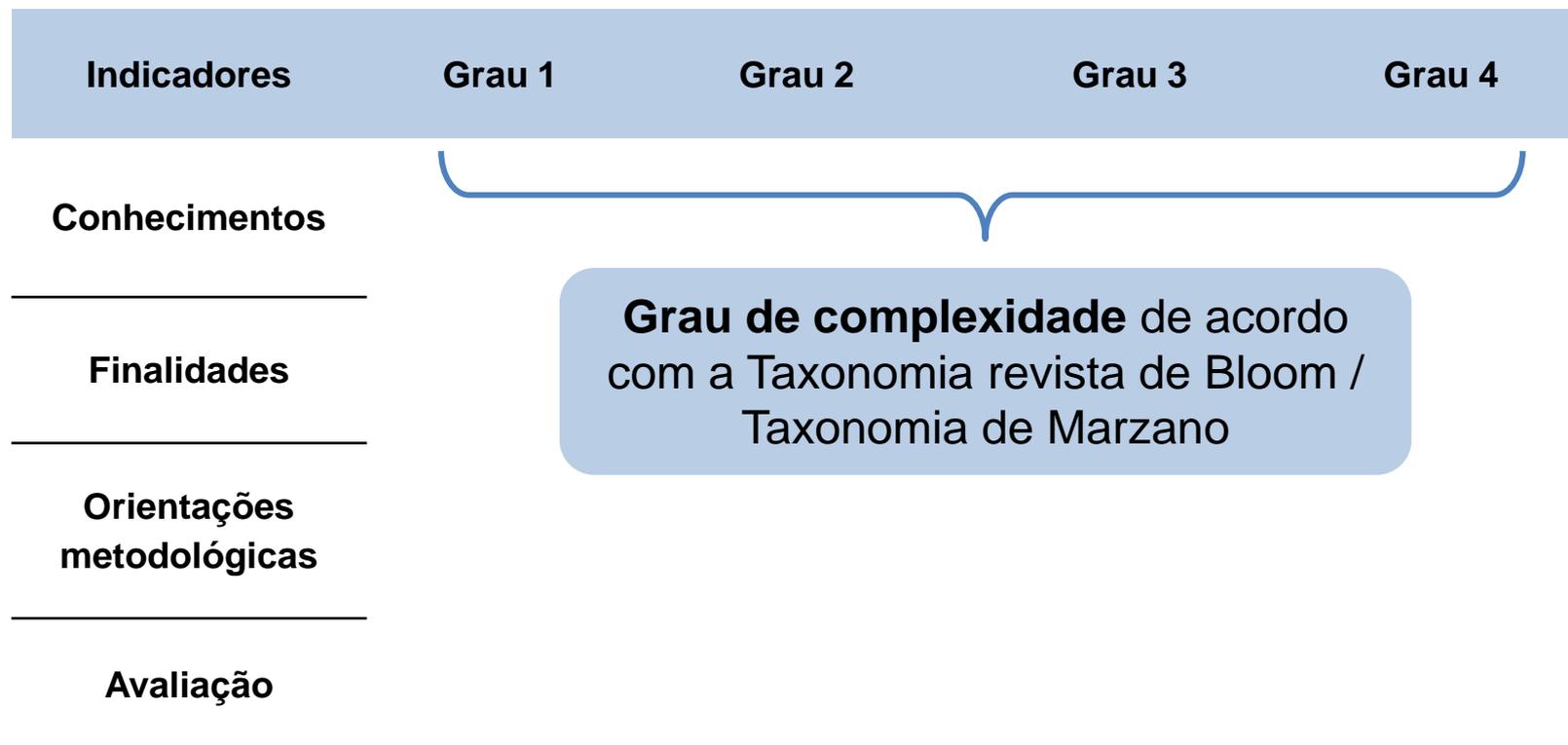


Exigência conceitual do trabalho prático e investigação no contexto educacional das ciências



Análise do trabalho prático

Capacidades de processos científicos



Afonso et al., 2013
Ferreira & Morais, 2014

Análise do trabalho prático

Capacidades de processos científicos

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
São referidas capacidades de baixo nível de complexidade, envolvendo processos que implicam adquirir e armazenar informação e compreender mensagens instrucionais simples.	São referidas capacidades com um nível de complexidade superior ao grau 1, como compreender mensagens instrucionais complexas e aplicar a um nível baixo.	São referidas capacidades com um nível de complexidade superior ao grau 2, envolvendo as capacidades de aplicar , a um nível elevado, e de analisar .	São referidas capacidades com um nível de complexidade muito elevado, como as capacidades de avaliar e de criar .
Observar (gráficos/ tabelas, procedimentos e resultados experimentais) Medir	Identificar variáveis Interpretar dados (menor complexidade)	Controlar variáveis Interpretar dados (maior complexidade)	Formular problemas Formular hipóteses

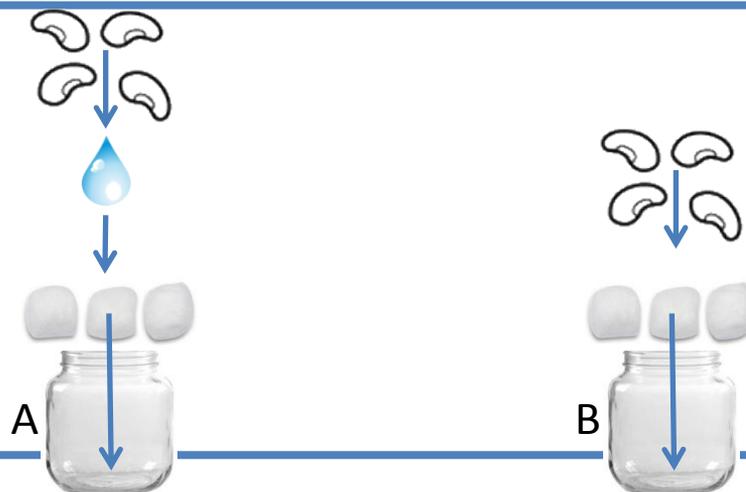
Afonso et al., 2013

Capacidades de processos científicos



1. Coloca o algodão no fundo do gobelé;
2. Humedece o algodão com 5ml de água;
3. Coloca as sementes no algodão húmido;
4. **Observa** os resultados de dois em dois dias;
5. **Descreve** a experiência que realizaste.

Grau 1



1. Monta a experiência com a ajuda da figura;
2. **Identifica o problema** que a experiência procura dar resposta.
3. O que esperas que aconteça às sementes?
4. Regista os resultados de dois em dois dias; [...]
5. Discute, com os teus colegas, **uma explicação para os resultados** obtidos;
6. **Confronta** as tuas ideias iniciais com as ideias finais;
7. **Propõe melhorias** para o trabalho desenvolvido;
8. **Planifica** agora **uma experiência** que te permita estudar a influência da luz na germinação das sementes.

Grau 4

Capacidades de processos científicos

Observar células ao microscópio ótico composto (MOC).

(Programa de Biologia e Geologia, 10º ano, p.78)

Grau 1

Formular e avaliar hipóteses relacionadas com a influência de fatores ambientais sobre o ciclo celular.

(Programa de Biologia e Geologia, 11º ano, p.5)

Grau 4

Ferreira & Morais, 2014

Capacidades de processos científicos

Interpretar imagens e esquemas de células ao MOC.

(Programa de Biologia e Geologia, 10º ano, p.78)

Grau 2

Organizar e interpretar dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, internet...) sobre processos de transformação de energia a partir da matéria orgânica disponível.

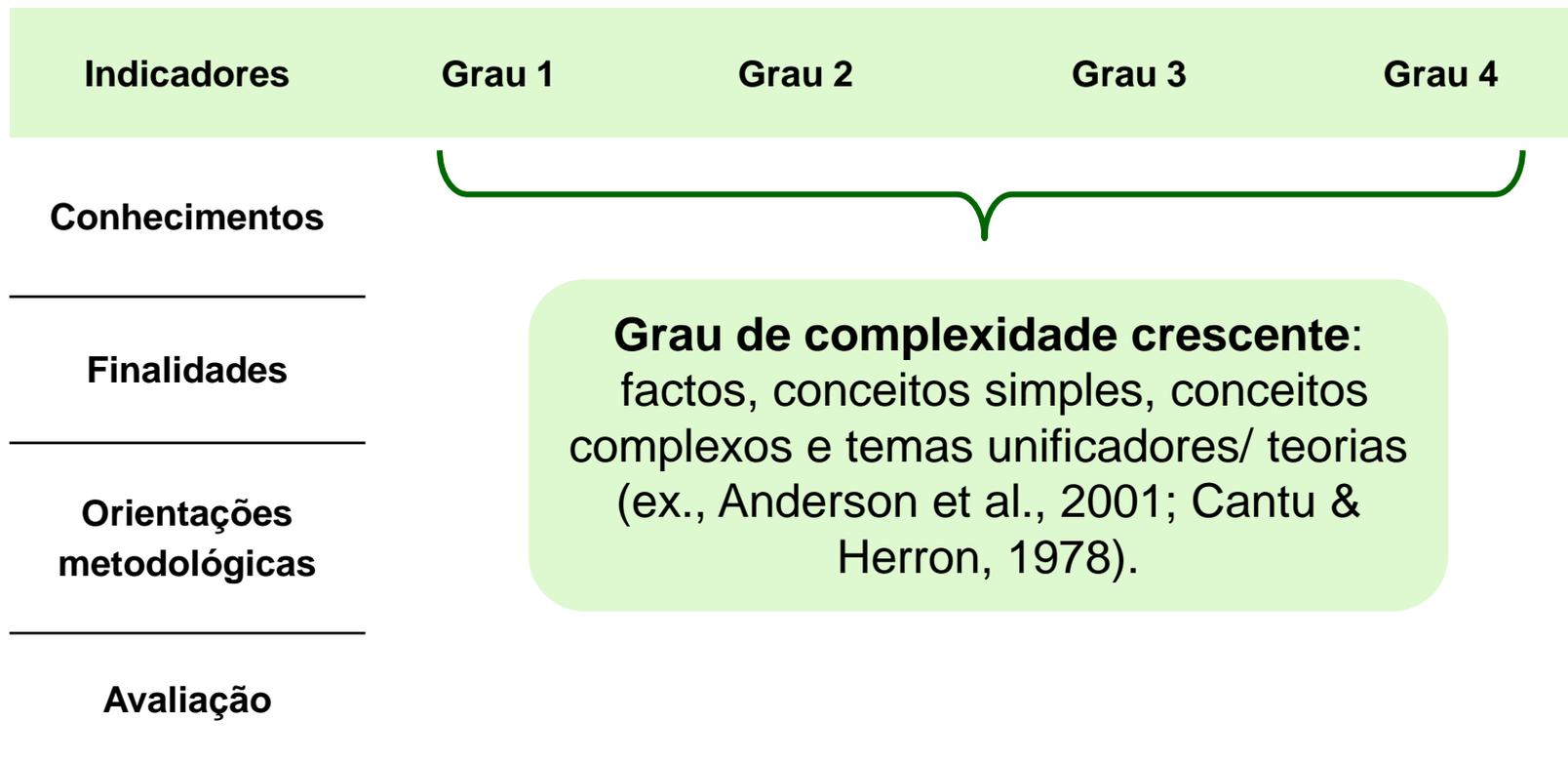
(Programa de Biologia e Geologia, 10º ano, p.84)

Grau 3

Ferreira & Morais, 2014

Análise do trabalho prático

Conhecimentos científicos



Afonso et al., 2013
Ferreira & Morais, 2014

Análise do trabalho prático

Conhecimentos científicos

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
É referido conhecimento de baixo nível de complexidade, como factos .	É referido conhecimento de nível de complexidade superior ao grau 1, como conceitos simples .	É referido conhecimento de nível de complexidade superior ao grau 2, envolvendo conceitos complexos .	É referido conhecimento de nível de complexidade muito elevado, envolvendo temas unificadores e/ou teorias .

Afonso et al., 2013
Ferreira & Morais, 2014

Para saberes quantas vezes bate o teu coração, por minuto, **sente o teu pulso**.

Se colocares a ponta dos dedos indicador e médio da mão esquerda (como indica a figura), sentes o teu batimento cardíaco.

*Manual do 3º ano**

Para saberes:
O vidro deixa passar a luz permitindo ver através dele. Diz-se que é um corpo **transparente**.

A cortina deixa passar alguma luz mas vê-se mal através dela. Diz-se que é um corpo **translúcido**.

A persiana não se deixa atravessar pela luz. Diz-se que é um corpo **opaco**.

*Manual do 3º ano**

Sabias que...
O ar expirado contém água? Experimenta expirar sobre uma superfície fria e verás que a água se **condensa** em gotas minúsculas. Isso significa que a água **passa do estado gasoso ao estado líquido**.

*Manual do 3º ano**

*Não aplicável no 1º
Ciclo*

Conhecimentos científicos

Pesquisa de informação através da Internet, de jornais e de revistas sobre as consequências das referidas situações [ex., a ocupação antrópica de leitos de cheia] para as populações.

(Programa de Biologia e Geologia, 11º ano, p.28)

Grau 1

No pós-saída de campo os dados recolhidos devem ser utilizados como ponto de partida para a exploração dos restantes conceitos da unidade. Observar/Comparar/Identificar seres uni e multicelulares (e/ou tecidos) existentes nas amostras e/ou outras infusões/culturas adequadas deverá permitir (re)construir o conceito de célula como unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos. [...]

(Programa de Biologia e Geologia, 10º ano, p.79)

Grau 4

Conhecimentos científicos

Interpretar dados experimentais de modo a compreender os processos de abertura e fecho dos estomas.

(Programa de Biologia e Geologia, 10º ano, p.84)

Grau 2

Interpretar dados experimentais de modo a compreender as estratégias de transporte que a planta utiliza na distribuição de matéria a todas as suas células.

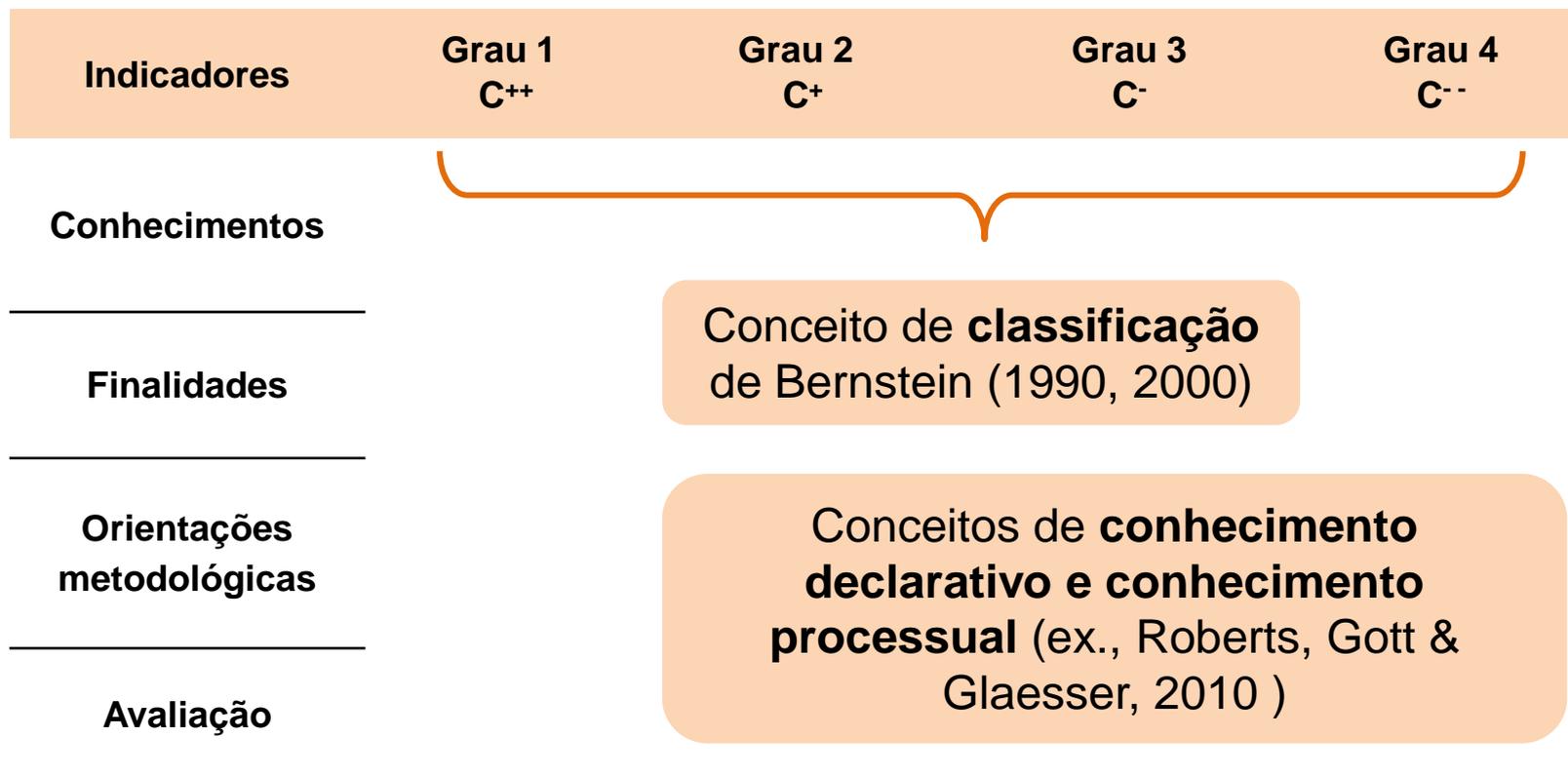
(Programa de Biologia e Geologia, 10º ano, p.82)

Grau 3

Ferreira & Morais, 2014

Análise do trabalho prático

Relação entre teoria e prática



Ferreira & Morais, 2014

Análise curricular

Relação entre teoria e prática

Grau 1 C++	Grau 2 C+	Grau 3 C-	Grau 4 C--
É contemplado apenas conhecimento declarativo ou apenas conhecimento processual .	É contemplado quer conhecimento declarativo, quer conhecimento processual, mas não é estabelecida uma relação entre eles.	É contemplada uma relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual. Contudo, centram-se em conhecimento declarativo ou em conhecimento processual .	É contemplada uma relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual. Nesta relação, a teoria e a prática têm igual estatuto .

Ferreira & Morais, 2014 (adaptado)

Relação entre teoria e prática

Grau 1 C ⁺⁺	Grau 2 C ⁺	Grau 3 C ⁻	Grau 4 C ⁻⁻
<p>Os alunos deverão utilizar, em situações concretas, instrumentos de observação e medida como, por exemplo, o termómetro, a bússola, a lupa, os binóculos... (p.115)</p>	<p>Os ossos: reconhecer a existência dos ossos; reconhecer a sua função (suporte e proteção); observar em representações do corpo humano. (p. 109)</p>	<p>Identificar alguns fatores do ambiente que condicionam a vida das plantas e dos animais (água, ar, luz, temperatura, solo) – realizar experiências. (p. 117)</p>	<p>Comparar e classificar plantas segundo alguns critérios, tais como: cor da flor, forma da folha, folha caduca ou persistente, forma da raiz, plantas comestíveis e não comestíveis... (constituição de um herbário). (p.117)</p>

Programa de Estudo do Meio, 1º ciclo

Relação entre teoria e prática

Relacionar as estruturas respiratórias dos animais com a sua complexidade e adaptação ao meio.

(Programa de Biologia e Geologia, 10º ano, p.85)

Grau 1
C⁺⁺

Face à situação-problema “O que acontece às dinâmicas que existem num ecossistema quando este é sujeito a alterações?”, propõe-se trabalho de campo articulado com atividades de sala de aula/laboratório a realizar antes e depois da saída. Como objeto(s) de estudo sugerem-se ambientes reais, tanto quanto possível na proximidade da Escola [...].

(Programa de Biologia e Geologia, 10º ano, p.79)

Grau 4
C⁻⁻

Ferreira & Morais, 2014

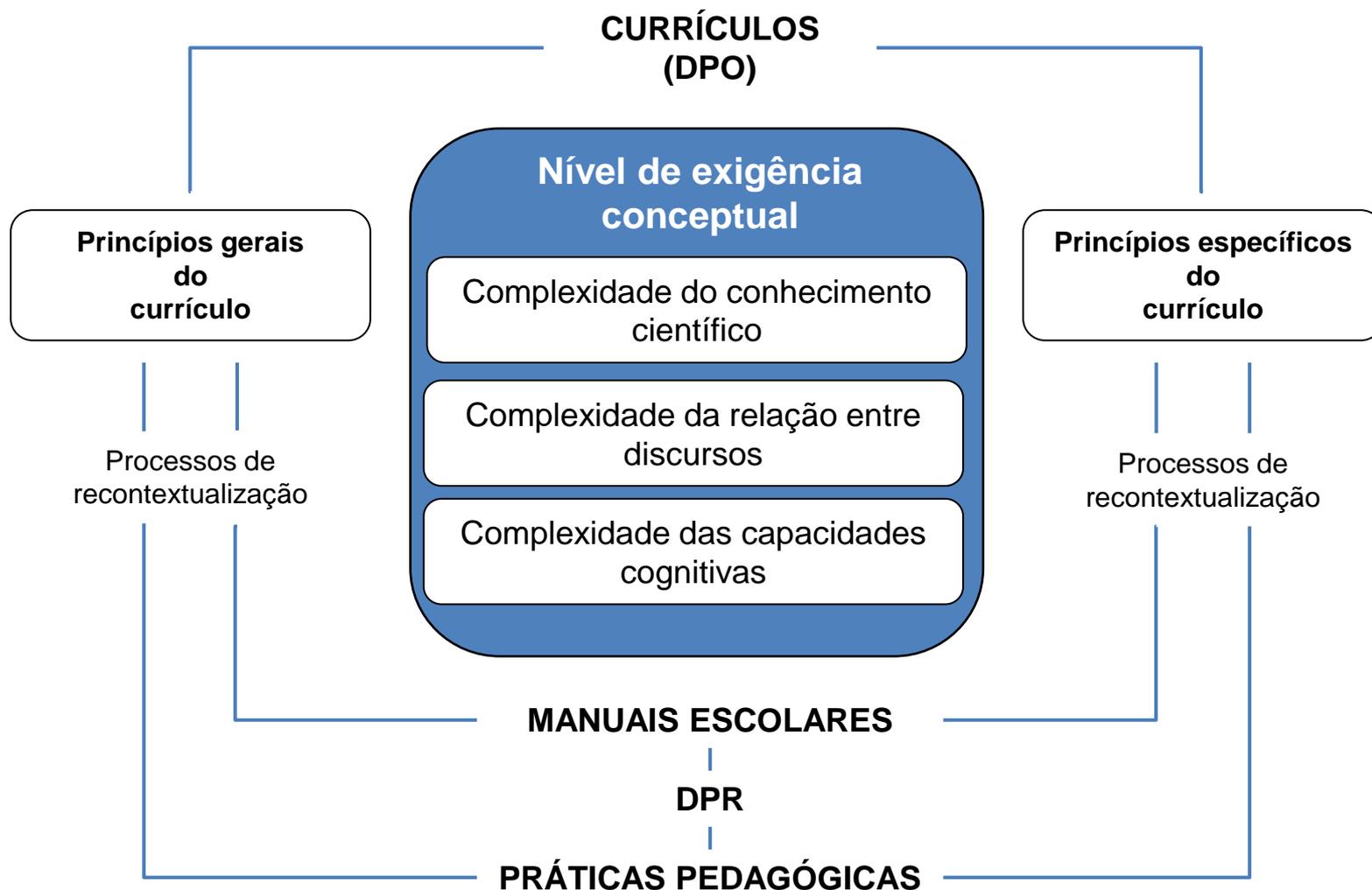
Relação entre teoria e prática

Análise e interpretação de esquemas, tabelas com dados experimentais, ... relativos às características das moléculas de DNA e RNA e aos mecanismos de replicação, transcrição e tradução. Estas atividades deverão permitir ao aluno conhecer as diferenças entre as várias moléculas estudadas, bem como compreender a importância dos processos em estudo na manutenção da informação genética, da vida e da estrutura celular.

(Programa de Biologia e Geologia, 11º ano, p.6)

**Grau 3
C-**

Exigência conceitual do trabalho prático e investigação no contexto educacional das ciências



Referências

- Afonso, M. M. (2008). *A educação científica no 1º ciclo do Ensino Básico: Das teorias às práticas*. Porto: Porto Editora.
- Afonso, M., Alveirinho, D., Tomás, H., Calado, S., Ferreira, S., Silva, P., & Alves, V. (2013). *Que ciência se aprende na escola? Uma avaliação do grau de exigência no ensino básico em Portugal*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. (Eds.), Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J., & Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Bell, L. R., Smetana, L., Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher*, 72(7), 30–33.
- Bernstein, B. (1990). *Class, codes and control: Vol. IV, The structuring of pedagogic discourse*. Londres: Routledge.
- Bernstein, B. (2000). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique* (Revised edition). Nova Iorque: Rowman & Littlefield.
- Bruner, J. (1963). *The process of education*. New York: Vintage Books.
- Chalmers, A. F. (1999). *What is this thing called science?* (3ª ed.). Indianapolis: Hackett Publishing Company.
- Chiappetta, E. L. (1997). Inquiry-based science: Strategies and techniques for encouraging inquiry in the classroom. *Science Teacher*, 64(7), 22-26.
- Chin, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in school: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- 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. (2014). 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.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22(1), 85-142.

Referências

- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H. V. Caetano & M. G. Santos (Orgs.), *Cadernos Didáticos de Ciências – Volume 1* (pp.77-96). Lisboa: Ministério da Educação.
- Leite, L., & Dourado, L. (2013). Laboratory activities, science education and problem-solving skills. *Procedia – Social and behavioral sciences*, 106, 1677-1686.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A. & Clough, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In N. Lederman & S. Abel (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp.393-441). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (2007). *The new taxonomy of educational objectives (2ª ed.)*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Millar, R. (2010). Practical work. In J. Osborne & J. Dillon (Eds.), *Good practice in science teaching: What research has to say (2ª ed.)* (pp.108-134). Berkshire, UK: Open University Press.
- Millar, R., Tiberghien, A., & Maréchal, J. F. (2002). Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. In D. Psillos & H. Niedderer (Eds.), *Teaching and learning in the science laboratory* (pp.9-20). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2012). Estruturas de conhecimento e exigência conceptual na educação em ciências. *Revista Educação, Sociedade & Culturas*, 37, 63-88.
- NRC (National Research Council). (1996). National Science Education Standards: observe, interact, change, learn. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC (National Research Council). (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: National Academy Press.
- Popper, K. (1959). *The logic of scientific discovery*. Londres: Hutchinson.
- Rodrigues, A., Pereira, C., Borges, I., & Azevedo, L. (2009). *Pasta mágica – Estudo do meio 3, 3º ano*. Porto: Areal Editores.
- Wellington, J., & Ireson, G. (2008). *Science learning, science teaching*. London: Routledge.
- Watson, J. (1987). *A dupla hélice*. Lisboa: Gradiva.
- Ziman, J. (2000). *Real science - What it is, and what it means*. Cambridge: Cambridge University Press.