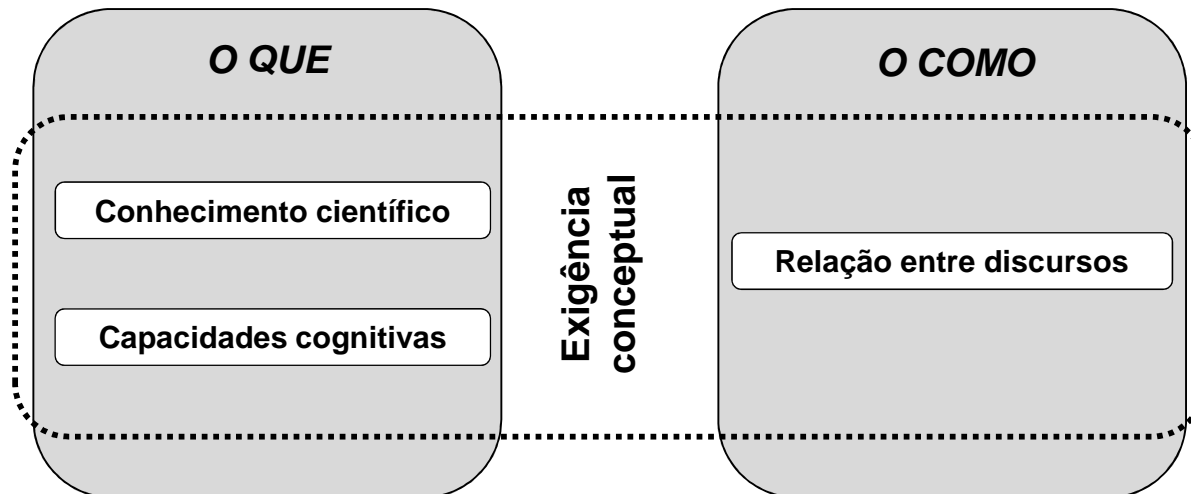


Seminário “Currículos de nível elevado no ensino das ciências: **Conceptualização do Conhecimento e das Capacidades**”

Workshop “Análise de currículos”



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.

*Adaptado de:* Morais, A. M., & Neves, I. P. (2012). Estruturas de conhecimento e exigência conceptual na educação em ciências. *Revista Educação, Sociedade & Culturas*, 37, 63-88.

<i>Metas Curriculares – Ciências Naturais</i>		<b>Análise</b>	
		Complexidade das capacidades cognitivas (Instrumento 1)	Complexidade dos conhecimentos científicos (Instrumento 2)
<b>8º ano</b> Subdomínio “Ecosistemas” <sup>1</sup>	<i>7. Compreender a importância dos fluxos de energia na dinâmica dos ecossistemas (p.19)</i>		
	<b>7.1.</b> Indicar formas de transferência de energia existentes nos ecossistemas.		
	<b>7.2.</b> Construir cadeias tróficas de ambientes marinhos, fluviais e terrestres.		
	<b>7.3.</b> Elaborar diversos tipos de cadeias tróficas a partir de teias alimentares.		
	<b>7.4.</b> Indicar impactes da ação humana que contribuam para a alteração da dinâmica das teias alimentares.		
	<b>7.5.</b> Discutir medidas de minimização dos impactes da ação humana na alteração da dinâmica dos ecossistemas.		
	<i>8. Sintetizar o papel dos principais ciclos de matéria nos ecossistemas (p.20)</i>		
	<b>8.1.</b> Explicar o modo como algumas atividades dos seres vivos (alimentação, respiração, fotossíntese) interferem nos ciclos de matéria.		
	<b>8.2.</b> Explicitar a importância da reciclagem da matéria na dinâmica dos ecossistemas.		
	<b>8.3.</b> Interpretar as principais fases do ciclo da água, do ciclo do carbono, do ciclo do oxigénio e do ciclo do azoto, a partir de esquemas.		
<b>8.4.</b> Justificar o modo como a ação humana pode interferir nos principais ciclos de matéria e afetar os ecossistemas.			

<i>Metas Curriculares – Ciências Naturais</i>		<b>Análise</b>	
		Complexidade das capacidades cognitivas (Instrumento 1)	Complexidade dos conhecimentos científicos (Instrumento 2)
<b>9º ano</b> Subdomínio “Organismo humano em equilíbrio” <sup>2</sup>	<b>13. Sintetizar o papel do sistema hormonal na regulação do organismo</b> (p.6)		
	<b>13.1.</b> Distinguir os conceitos de glândula, de hormona e de célula alvo.		
	<b>13.2.</b> Localizar as glândulas endócrinas: glândula pineal, hipófise, hipotálamo, ilhéus de Langerhans, ovário, placenta, suprarrenal, testículo, tiroide.		
	<b>13.3.</b> Referir a função das hormonas: adrenalina, calcitonina, insulina, hormona do crescimento, e melatonina.		
	<b>13.4.</b> Explicar a importância do sistema neuro-hormonal na regulação do organismo.		
	<b>13.5.</b> Caracterizar, sumariamente, três doenças do sistema hormonal.		
	<b>13.6.</b> Descrever dois contributos da ciência e da tecnologia para minimizar os problemas associados ao sistema hormonal.		
	<b>13.7.</b> Indicar medidas que visem contribuir para o bom funcionamento do sistema hormonal.		

<sup>1</sup> Ministério da Educação e Ciência (2013). *Metas Curriculares – Ensino básico – Ciências Naturais 5º, 6º, 7º e 8º anos*. Lisboa: autor.

<sup>2</sup> Ministério da Educação e Ciência (2014). *Metas Curriculares – Ensino básico – Ciências Naturais 9º ano*. Lisboa: autor.

## INSTRUMENTO 1: COMPLEXIDADE DAS CAPACIDADES COGNITIVAS

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
São referidas capacidades cognitivas com um baixo nível de complexidade, envolvendo processos que implicam adquirir e armazenar informação <sup>1</sup> e compreender mensagens instrucionais simples <sup>2</sup> .	São referidas capacidades cognitivas com um nível de complexidade superior ao grau 1, como compreender mensagens instrucionais complexas <sup>3</sup> e aplicar a um nível baixo <sup>4</sup> .	São referidas capacidades cognitivas com um nível de complexidade superior ao grau 2, envolvendo as capacidades de aplicar, a um nível elevado <sup>5</sup> , e de analisar <sup>6</sup> .	São referidas capacidades cognitivas com um nível de complexidade muito elevado, como as capacidades de avaliar <sup>7</sup> e de criar <sup>8</sup> .

*Adaptado de:* 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.

Notas:

<sup>1</sup> Categoria **memorizar**: envolve a evocação de conhecimento da memória de longo prazo e inclui os processos cognitivos de reconhecer e recordar.

<sup>2</sup> Categoria **compreender**: envolve a construção de significado de mensagens instrucionais, incluindo comunicação oral, escrita e gráfica. O grau 1 inclui os processos cognitivos de clarificar e exemplificar.

<sup>3</sup> No grau 2, a categoria compreender inclui os processos cognitivos de classificar, resumir, inferir, comparar e explicar.

<sup>4</sup> Categoria **aplicar**: envolve o desenvolvimento ou utilização de informação numa determinada situação. O grau 1 inclui o processo cognitivo de executar.

<sup>5</sup> No grau 3, a categoria aplicar inclui o processo cognitivo de implementar (aplicar um procedimento a uma tarefa que não é familiar).

<sup>6</sup> Categoria **analisar**: envolve discriminar os vários elementos constituintes da informação e determinar como esses elementos se relacionam entre si e com a estrutura/finalidade global. Inclui os processos cognitivos de diferenciar, organizar e desconstruir.

<sup>7</sup> Categoria **avaliar**: envolve fazer julgamentos com base em critérios e padrões. Inclui os processos cognitivos de testar e de criticar.

<sup>8</sup> Categoria **criar**: envolve a associação de elementos para formar um todo coerente ou funcional ou a reorganização de elementos num novo padrão ou estrutura. Inclui os processos cognitivos de formular hipóteses, planificar e produzir.

*Adaptado de:* 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*. Nova Iorque: Longman.

## EXEMPLOS DE CAPACIDADES COGNITIVAS

CAPACIDADES COGNITIVAS SIMPLES				CAPACIDADES COGNITIVAS COMPLEXAS			
Grau 1		Grau 2		Grau 3		Grau 4	
Memorizar	Compreender (simples)	Compreender (complexa)	Aplicar (simples)	Aplicar (complexa)	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecer	Descrever	Comentar (1)	Discutir	Aplicar	Analisar	Argumentar	Explicar (2)
Definir	Exemplificar	Comparar (1)	Debater	Mobilizar (2)	Categorizar	Avaliar	Formular hipóteses
Designar	Identificar	Compreender	Mobilizar (1)		Comentar (2)	Criticar	Formular problemas
Enumerar	Ilustrar	Distinguir (1)			Comparar (2)	Julgar	Fundamentar (2)
Enunciar	Legendar	Explicar (1)			Distinguir (2)	Prever (2)	Justificar (2)
Indicar	Observar	Explorar (1)			Explorar (2)	Resolver problemas	Planear e realizar trabalhos
Listar	Salientar	Inferir (1)			Inferir (2)	Tomar decisões	
Mencionar	Selecionar (1)	Interpretar (1)			Interpretar (2)		
Referir		Justificar (1)			Investigar		
Relembrar		Prever (1)			(pesquisar, selecionar e organizar informação)		
		Relacionar (1)			Pesquisar		
					Questionar		
					Relacionar (2)		
					Selecionar (2)		

(1) Capacidade incluída em dois graus diferentes. A sua classificação neste grau terá em consideração a menor complexidade do processo cognitivo envolvido.

(2) Capacidade incluída em dois graus diferentes. A sua classificação neste grau terá em consideração a maior complexidade do processo cognitivo envolvido.

*Adaptado de:* 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.

## INSTRUMENTO 2: COMPLEXIDADE DOS CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
É referido conhecimento de baixo nível de complexidade, como factos <sup>1</sup> .	É referido conhecimento de nível de complexidade superior ao grau 1, como conceitos simples <sup>2</sup> .	É referido conhecimento de nível de complexidade superior ao grau 2, envolvendo conceitos complexos <sup>3</sup> .	É referido conhecimento de nível de complexidade muito elevado, envolvendo temas unificadores <sup>4</sup> e/ou teorias <sup>5</sup> .

*Adaptado de:*

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.

Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014). Conceptual demand of practical work in science curricula: A methodological approach. *Research in Science Education*, 44(1), 53-80.

Notas:

<sup>1</sup> Os **factos** são dados que resultam diretamente da observação (Anderson et al., 2001), como “a água pura ferve a (ou próximo de) 100°C ou o sal comum dissolve-se na água enquanto o giz não” (Millar, Tiberghien & Maréchal, 2002, p.13).

<sup>2</sup> Um conceito é uma “construção mental, um grupo de elementos ou atributos comuns partilhados por certos objetos ou eventos” (Brandwein et al., 1980, p.12) e representa uma ideia que surge da combinação de vários factos ou outros conceitos. Os **conceitos simples** correspondem aos conceitos concretos propostos por Cantu e Herron (1978), os quais se caracterizam por ter um baixo nível de abstração, atributos definidores e exemplos que são observáveis, como é o caso dos conceitos de árvore e de inseto (ao nível mais baixo de compreensão).

<sup>3</sup> Os **conceitos complexos** correspondem aos conceitos abstratos propostos por Cantu e Herron (1978) e são aqueles que não apresentam exemplos perceptíveis ou têm atributos definidores que não são perceptíveis, como por exemplo, os conceitos de fotossíntese e de respiração celular.

<sup>4</sup> Os **temas unificadores** dizem respeito a ideias estruturantes e correspondem, em ciências, às generalizações sobre o mundo que são aceites pelos académicos em cada área específica, por exemplo o tema “os organismos interagem com o ambiente, trocando matéria e energia” (Campbell & Reece, 2008).

<sup>5</sup> As **teorias** científicas, como a teoria celular e a teoria do eletromagnetismo, correspondem a explicações sobre uma ampla variedade de fenómenos relacionados e que já foram sujeitas a testagem significativa (Duschl et al., 2007).

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*. Nova Iorque: Longman.

Brandwein, P., Cooper, E., Blackwood, P., Cottom-Winslow, M., Boesch, J., Giddings, M., Romero, F., & Carin, A. (1980). *Concepts in science – Teacher's edition*. Nova Iorque: Harcourt Brace Jovanovich.

Campbell, N., & Reece, J. (2008). *Biology* (8ª ed.). San Francisco: Pearson/ Benjamin Cummings.

Cantu, L. L., & Herron, J. D. (1978). Concrete and formal Piagetian stages and science concept attainment. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(2), 135-143.

Duschl, R., Schweingruber, H., & Shouse, A. (Ed.) (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grade K-8*. Washington, DC: National Academies 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.

### INSTRUMENTO 3: RELAÇÃO ENTRE CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS

<b>Grau 1</b> <b>C<sup>++</sup></b>	<b>Grau 2</b> <b>C<sup>+</sup></b>	<b>Grau 3</b> <b>C<sup>-</sup></b>	<b>Grau 4</b> <b>C<sup>--</sup></b>
Contemplam apenas a relação entre conhecimentos de ordem simples dentro do mesmo tema.	Contemplam a relação entre conhecimentos de ordem simples de temas diferentes.	Contemplam, dentro do mesmo tema, a relação entre conhecimentos de ordem complexa ou entre estes e conhecimentos de ordem simples.	Contemplam, entre temas diferentes, a relação entre conhecimentos de ordem complexa, ou entre estes e conhecimentos de ordem simples.

*Adaptado de:*

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.

Calado, S., Neves, I., & Morais, A. (2013). Conceptual demand of science curricula: A study at the level of middle school. *Pedagogies: An International Journal*, 8(3), 255-277.