

**USO DE RECURSOS DIGITAIS NA APRENDIZAGEM DA FOTOSSÍNTESE: DISCUSSÃO DE UMA ESTRATÉGIA ENVOLVENDO ALUNOS DA 10ª CLASSE EM ANGOLA**

THE USE OF DIGITAL RESOURCES IN LEARNING ABOUT PHOTOSYNTHESIS: THE DISCUSSION OF A STRATEGY INVOLVING 10TH GRADE STUDENTS FROM ANGOLA

EL USO DE RECURSOS DIGITALES EN EL APRENDIZAJE DE LA FOTOSÍNTESIS: DEBATE SOBRE UNA ESTRATEGIA CON ALUMNOS DE 10º CURSO EN ANGOLA

**Félix Vaile, Betina da Silva Lopes & Maria João Loureiro**

Universidade de Aveiro, Portugal

felix.vaile@ua.pt; blopes@ua.pt; mjoao@ua.pt

**RESUMO** | A fotossíntese constitui um tema central na educação científica. No entanto os alunos têm dificuldades na sua compreensão pelo que é importante optar por atividades diferenciadoras, sobretudo em contextos com menor acesso a recursos laboratoriais. Neste estudo descreve-se uma aula de revisão deste tema a partir do visionamento de vídeos e discute-se o seu efeito ao nível das aprendizagens de 19 alunos de duas turmas da 10ª classe de um liceu público localizado no município da Humpata (Angola). A discussão sustenta-se na análise de documentos produzidos quer pelos alunos, quer pelos professores implicados. Dos resultados emerge a perceção de que a observação dos vídeos permitiu compreender melhor o processo fotossintético. A inclusão da dimensão visual contribuiu para reduzir algumas dificuldades de aprendizagem e potenciar o interesse dos alunos para este tema da Biologia. Tendo em conta os resultados, considera-se que os vídeos podem promover a inovação do ensino da Biologia no contexto angolano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bioenergética, Países de rendimento médio-baixo, Meios audiovisuais, Estratégia educativa, Ensino secundário.

**ABSTRACT** | Photosynthesis is a central theme in science education. However, students have difficulty understanding it, so it is important to opt for differentiating activities, especially in contexts with less access to laboratory resources. This study describes the review of this topic based on watching videos and discusses its effect on the learning of 19 students from two 10th grade classes at a public high school located in the municipality of Humpata (Angola). The discussion is based on the analysis of documents produced by both the students and the teachers involved. The results reveal that watching the videos enabled a better understanding of the photosynthetic process. The inclusion of the visual dimension helped to reduce some learning difficulties and boost students' interest in this area of biology. Considering the results, it is considered that the use of videos can promote the innovation of Biology teaching in Angolan contexts.

**KEYWORDS:** Bioenergetics, Lower-middle income countries, Audiovisual media, Educational strategy, Secondary education.

**RESUMEN** | La fotosíntesis es un tema central en la enseñanza de las ciencias. Os estudiantes tienen dificultades para comprenderlo, por lo que es importante optar por actividades diferenciadoras, especialmente en contextos con menor acceso a recursos. Este estudio describe la revisión de este tema a partir del visionado de vídeos y discute su efecto en el aprendizaje de 19 alumnos de dos clases de 10º curso de una escuela secundaria pública del municipio de Humpata (Angola). La discusión se basa en el análisis de documentos elaborados por los alumnos e por los profesores. Los resultados revelan que la visualización de los vídeos permitió una mejor comprensión del proceso fotosintético. La inclusión de la dimensión visual contribuyó a reducir algunas dificultades de aprendizaje y a aumentar el interés de los alumnos por esta área de la biología. De acuerdo con los resultados, se considera que los vídeos pueden promover la innovación en la enseñanza de la biología en el contexto angoleño.

**PALABRAS CLAVE:** Bioenergética, Países de renta media-baja, Medios audiovisuales, Estrategia educativa, Enseñanza secundaria.

## 1. INTRODUÇÃO

A fotossíntese é um processo metabólico central no objeto de estudo da Biologia (Campbell & Reece, 2002; National Research Council, 2012) e constitui um conteúdo central nos currículos educativos de nível secundário/pré-universitário em muitos países. Com efeito, o estudo da fotossíntese implica a mobilização de conhecimento dos mais diversos níveis de organização biológica, desde a molécula até à biosfera, bem como de conhecimentos interdisciplinares (Araújo & Pedrosa, 2014). A centralidade deste processo contrasta com as dificuldades de aprendizagem dos alunos que são reportadas na secção seguinte.

Neste artigo descreve-se uma estratégia didática de revisão dos conteúdos abordados do tema da fotossíntese, sustentada no visionamento de vídeos educativos face à inexistência de recursos laboratoriais numa escola em Angola, como recomendado por vários. Realça-se que a estratégia didática foi desenvolvida por três professores no quadro do projeto de doutoramento do primeiro autor em que se procurou promover a inovação no ensino da fotossíntese e a colaboração entre professores (Vaile et al, 2021).

O artigo tem uma fundamentação, a que se segue a apresentação da estratégia didática. Com base na análise de documentos recolhidos, discute-se seguidamente o contributo da estratégia desenvolvida nas aprendizagens de um conjunto de alunos a frequentar o curso de ciências físicas e biológicas, do segundo ciclo do ensino secundário de Angola. Na última secção apresentam-se as principais conclusões e implicações do estudo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO

Nesta secção, considerando o tema em estudo, apresentam-se algumas dificuldades dos alunos na área da fotossíntese e faz-se uma breve revisão da literatura que sustenta teoricamente a relevância da estratégia de revisão dos conteúdos da fotossíntese apoiada na visualização de vídeos.

Souza e Almeida (2002), assim como Charrier (2006), enfatizam dificuldades na aprendizagem dos conceitos da Bioenergética, nomeadamente dificuldades de identificação dos reagentes e produtos dos processos metabólicos. Os autores indicam também que os alunos apresentam conceções alternativas, como a fotossíntese ser um processo reprodutivo das plantas através do sol (Souza & Almeida, 2002) ou que a função das folhas na fotossíntese é a captação da água (Charrier, 2006). Schneider (2012, citada por Trindade et al, 2016) refere que os alunos consideram que as plantas obtêm o seu alimento através do solo. Em linha com os autores, Santos et al (2019) referem que os alunos não associavam o processo de fotossíntese à alimentação estando esta dependente da absorção da água ou da adubação das plantas.

A falta de recursos e equipamentos nas escolas angolanas, assim como lacunas ao nível da formação do corpo docente (Wafunda, 2017; Lopes et al, 2016), tem dificultado a aprendizagem dos alunos. Vaile et al. (2021) sustentam esta ideia ao afirmar que em Angola a prática pedagógica de muitos professores de ciências, nomeadamente de Biologia, continua baseada num ensino muito transmissivo em que os recursos mais utilizados são o quadro-negro e o giz, sendo poucos ou mesmo inexistentes os recursos educativos complementares, como por exemplo laboratoriais e/ou ferramentas digitais. Também Guthrie (2021) salienta a tendência para um ensino mais transmissivo nos países da África subsaariana, o que pode dificultar as

aprendizagens em ciência(s) em alinhamento com as perspetivas de ensino de ciências que atualmente a comunidade académica defende (Kyle, 2022; Cachapuz, 2022), e que assentam em estratégias centradas no aluno. Este cenário compromete a missão da educação em ciência(s) que atualmente é assumida como sendo crucial não só para futuros especialistas (biólogos), mas também para qualquer cidadão (Barrett, 2017).

Uma das alternativas educativas que permite diversificar o ensino da fotossíntese é o uso de recursos digitais. Segundo Oliveira e Moura (2015), as tecnologias fornecem recursos didáticos adequados às necessidades de cada aluno. Neste sentido, os recursos digitais constituem uma oportunidade para operacionalizar mudanças nas novas formas de aprender (Morais & Paiva, 2010; Coutinho & Lisboa, 2011). Leandro (2020) faz uma revisão da literatura sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação no ensino da Biologia indicando que os vídeos, animações e filmes são os recursos mais utilizados tendo em conta a sua fácil exploração em sala de aula e o facto de potenciarem discussões sobre os temas em estudo.

No que respeita ao uso de vídeos no processo de ensino e aprendizagem da fotossíntese, a literatura descreve várias estratégias. Por exemplo, Nascimento (2021) reporta o uso de vídeos seguidos de questionamento, visando a consolidação de conteúdos anteriormente explorados. Ancorando-se em Morán (1995), o autor refere que estes recursos audiovisuais aumentam a curiosidade e a motivação dos alunos para aprofundar o conhecimento sobre o tema abordado. Por sua vez, Trindade et al. (2016) desenvolveram um ambiente virtual de aprendizagem com vários recursos, incluindo vídeo-animações, e referem que estes potenciam formas diversificadas e efetivas de aprendizagem. Segundo Barbosa e Macedo (2016), os vídeos possibilitam observar em alguns minutos a evolução de um fenómeno que poderia levar horas, dias ou anos para acontecer em tempo real. Santos (2018) argumenta na mesma linha, referindo que os recursos digitais, como os vídeo-simuladores, representam virtualmente a fotossíntese o que pode resolver muitos constrangimentos na ausência de laboratórios. Além disso, segundo o autor, e apoiando-se em Heckler et al. (2007), os vídeos permitem ao aluno repetir a observação sempre que desejar, minimizam a complexidade do tema, e auxiliam a apresentação do tema pelo professor. Demirhan, Önder e Besoluk (2014) indicam que os vídeos explorados, assim como outros recursos, podem apoiar na procura de respostas a questões formuladas pelos professores. Simultaneamente pode gerar maior interesse nos alunos pela fotossíntese por facilitar a sua compreensão (Cortelazzo & Lourenço 2019).

### **3. DESCRIÇÃO DA ESTRATÉGIA EDUCATIVA**

A fim de preparar a lecionação do subtema “Fotossíntese” do tema “Bioenergética” em duas turmas da 10ª classe de Biologia, foi elaborada uma proposta de plano de unidade temática, envolvendo um conjunto de sete aulas. Este plano de unidade, que pode ser consultado no Anexo 1, foi elaborado colaborativamente pelo primeiro autor deste artigo e duas professoras da mesma escola, procurando a articulação dos conteúdos a serem explorados com os objetivos gerais do 2º ciclo do ensino secundário e os objetivos específicos da 10ª classe de Biologia definidos para o Currículo Angolano (INIDE, 2005; INIDE 2014). A título ilustrativo: na primeira aula foi decidido realizar uma atividade prática de observação macroscópica e microscópica de folhas no sentido de (i) “Realizar experiências e observações que proporcionem a apropriação de conhecimentos sólidos” (Objetivos gerais da disciplina de Biologia para o 2º ciclo, INIDE 2005, p. 10) e (ii) “Referir

a importância da luz no processo fotossintético” (Objetivos específicos da 10ª classe de Biologia, INIDE, 2014, p. 5)

No que respeita à aula de revisão, aula 7, aqui em discussão, optou-se por recorrer ao visionamento de vídeos sobre a fotossíntese e de questionamento previamente planeados, tal como recomendado por Nascimento (2021), entre outros autores, como sintetizado na secção anterior. De acordo com os objetivos de aprendizagem selecionados, foram utilizados sete vídeos da lista *Fotosíntesis*, do canal *HHMI BioInteractive*, disponíveis no YouTube e de acesso livre. Privilegiaram-se vídeos com linguagem acessível para os alunos e curtos (entre 0:59 e 3:24 minutos). Atendendo ao conteúdo da fotossíntese no ensino secundário do segundo ciclo, os professores consideraram essencial que o visionamento dos vídeos levasse os estudantes a compreenderem que as plantas produzem o seu próprio alimento desconstruindo a conceção alternativa que muitos alunos têm, nomeadamente de que as plantas obtêm o seu alimento através do solo (Trindade et al, 2016).

No sentido de concretizar a estratégia foram definidas questões de revisão em grupo pelos três professores (O que é a Fotossíntese? Onde é realizada a fotossíntese a nível microscópico? Quais são os produtos resultantes da fase não diretamente dependente da luz?). Durante a aula de revisão, os alunos visionaram os vídeos e depois responderam, por escrito, às questões de revisão colocadas oralmente pelas duas professoras que dinamizaram a aula. O terceiro professor ficou responsável pela observação não participante da aula e tomada de notas. No final da aula os alunos responderam ainda a uma questão de balanço das aprendizagens (O que aprendeste de novo e o que gostaste particularmente?).

Os três professores foram envolvidos na definição das respetivas respostas modelo para cada questão de revisão, assim como na definição dos respetivos critérios de avaliação das aprendizagens implicadas. Nas Tabela 1 e 2 encontram-se detalhadas as questões de revisão, assim como os respetivos critérios de avaliação das aprendizagens, enquadrados através da resposta modelo. Salienta-se que estas três questões foram validadas por um painel de dois especialistas (um da área de biologia e outro da área da didática da biologia). Duas das questões foram eliminadas do processo de análise por apresentarem formulação deficitária.

**Tabela 1** - Primeira questão de revisão e respetiva respostas-modelo que funcionou como referente para definição dos respetivos critérios (C) de avaliação

Questões	Resposta modelo	Critérios de avaliação das aprendizagens
Q.1: O que é a fotossíntese?	A Fotossíntese é um processo celular [C1] dependente da luz solar [C2] que permite a produção de matéria orgânica (energia química) a partir de matéria inorgânica e energia luminosa [C3]. É realizada por seres fotoautotróficos, tais como plantas, algumas bactérias e algas [C4].	C1 – É evidente a noção da fotossíntese corresponder a um processo que acontece a nível celular; C2 - É evidente a noção da fotossíntese corresponder a um processo que é dependente da luz; C3 - É evidente a noção da fotossíntese corresponder a um processo em que há transformação de energia luminosa em energia química/produção de matéria orgânica. C4 – É evidente a noção de existirem diferentes seres vivos que realizam a fotossíntese.

**Tabela 2** - Primeira e segunda questões de revisão e respectivas respostas-modelo que funcionaram como referente para definição dos respetivos critérios (C) de avaliação

Questões	Resposta modelo	CrITÉrios de avaliaÇÃO das aprendizagens
Q.2: Onde é realizada a fotossíntese a nível microscópico?	As células das folhas [C1] possuem uma grande quantidade de cloroplastos [C2], organelo onde é realizado a fotossíntese.	C1 – É evidente a noção da fotossíntese corresponder a um processo que acontece a nível celular; C2 - É evidente a noção da fotossíntese ocorrer dentro de uma estrutura celular específica/organelo, designadamente o cloroplasto.
Q.3: Quais são os produtos da fase não dependente da luz da fotossíntese?	Os produtos resultantes da fase não diretamente dependente da luz são glícidos [C1], ADP [C2] e NADP [C3].	C1 – É evidente a noção de que os glícidos são um produto da fase não diretamente dependente da luz da fotossíntese (composto orgânico 1); C2 - É evidente a noção de que o ADP é um produto da fase não diretamente dependente da luz da fotossíntese (composto orgânico 2); C3 - É evidente a noção de que o NADP é um produto da fase não diretamente dependente da luz da fotossíntese (composto orgânico 3).

#### 4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Nesta secção é apresentado um balanço reflexivo da forma como decorreu a implementação da prática educativa e dos principais resultados obtidos.

Em primeiro lugar, apresenta-se, na Tabela 3, as cinco categorias de mais-valias/aprendizagens que emergiram da análise das respostas dos alunos às duas questões de balanço: 1 - “O que aprendeste de novo? 2 - O que gostaste particularmente?” e que os alunos responderam na aula 7. Pretende-se com esta abordagem valorizar o contributo dos alunos na definição das estratégias didáticas, desconstruindo a perceção de que se deve sustentar todo o processo de desenho de uma estratégia didática apenas na perspetiva do professor (Breganha et al, 2019). Salienta-se que, por dificuldade de compreensão das instruções, os alunos acabaram por elaborar uma resposta única com ambas as ideias presentes (mais-valia e aprendizagens). As duas categorias de ideia-chave que se destacam do acervo de respostas analisadas, nomeadamente pela maior expressão (6 vezes em 15 respostas) foram: (i) a valorização da possibilidade de observar diferentes formas de representar o processo da fotossíntese e (ii) perceber/reforçar a relevância da importância da luz para a biosfera. Realça-se que a resposta de cada aluno poderia incorporar mais do que uma categoria.

Nas Figuras 1 a 3 apresentam-se os resultados decorrentes da análise das respostas escritas dos alunos às três questões de revisão realizadas durante a aula 7, após visionamento dos vídeos. Os resultados são apresentados para ambas as turmas, uma vez que o objetivo não foi comparar os resultados das duas turmas implicadas, mas sim avaliar a estratégia de visionamento de vídeos em si.

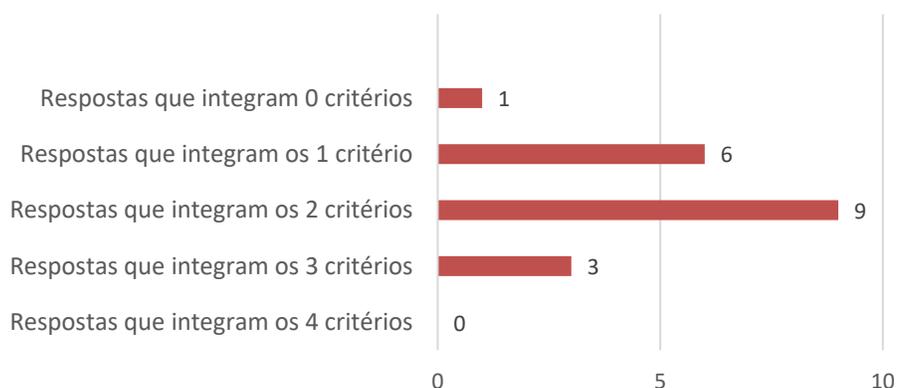
**Tabela 3 - Categorias de respostas dos alunos por ordem decrescente de expressão e resposta ilustrativa**

<b>Categoria de resposta</b>	<b>Resposta ilustrativa (transcrição <i>verbatim</i>)</b>
Valorização da possibilidade de aceder a diferentes ilustrações/representações gráficas do processo metabólico através dos vídeos (6/15 respostas)	“Na verdade, foi a minha primeira vídeo aula, percebi que foi mais proveitoso comparando com as aulas normais”.
Relevância da energia luminosa para a biosfera (6/15 respostas)	“Aprendi que todos seres precisam da radiação solar, para se obter o processo da fotossíntese é necessário a captação de energia solar, nada de bom acontece na ausência da radiação solar. Particularmente gostei de como veio a fonte de energia, sem fonte de energia nada se faz”.
Reconhecimento da relevância da fotossíntese para a biosfera (3/15 respostas)	“Apesar de ser um assunto em que já tinha mínimas noções aprendi hoje que tanto o sol quanto as plantas tem um papel indispensável para a realização da fotossíntese que é um processo muito importante para vida dos seres vivos. Gostei particularmente de entender a colaboração que há entre o sol e a planta, pois sem a planta não haveria fotossíntese, e sem o sol também não. Em fim é como se houvesse uma colaboração e comunicação entre eles.”
Menção a estruturas microscópicas tais como estroma; cloroplastos, ... (2/15 respostas)	“(…), aprendi também que a fotossíntese actua nos cloroplastos ciclo de Calvin como ela ocorre.”
Identificação de reagentes, produtos e reações químicas específicas da fotossíntese (2/15 respostas)	“O que eu aprendi (...) que depois da transformação da energia luminosa em química haverá a formação de carboidratos, componentes vastos como a água e o CO <sub>2</sub> que são açúcar com 3C (sacarose e amido) (...)”.

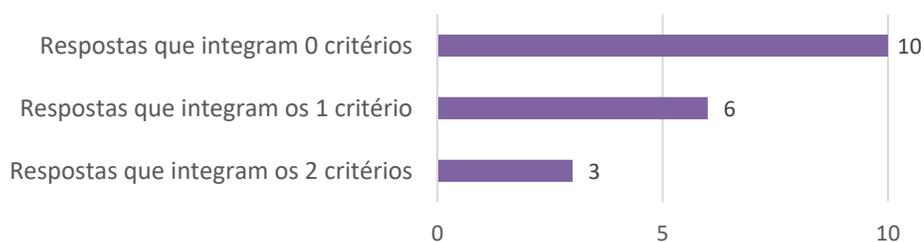
No que diz respeito à Q.1 “O que é a fotossíntese? Verifica-se que nenhum dos 19 alunos apresentou uma resposta completa. A maioria das respostas (n=9) apresentava dois dos quatro critérios definidos, seguindo-se respostas que cumpriam apenas um critério. A título ilustrativo transcreve-se uma das respostas mais completas (com três critérios presentes): A fotossíntese é o processo da síntese orgânica a partir da qual os vegetais transformam a energia luminosa em energia química (A2, Prof. L).

Relativamente à Q.2, Figura 2, verifica-se que três alunos conseguiram elaborar uma resposta completa integrando na mesma evidência do cumprimento dos dois critérios. No entanto a maioria dos alunos (n=10) não evidenciou nas suas respostas o cumprimento de qualquer critério. A título ilustrativo transcreve-se uma resposta completa (com os dois critérios evidenciados): O processo fotossintético a nível microscópico é realizado nas folhas e nos cloroplastos (A1, Prof. L).

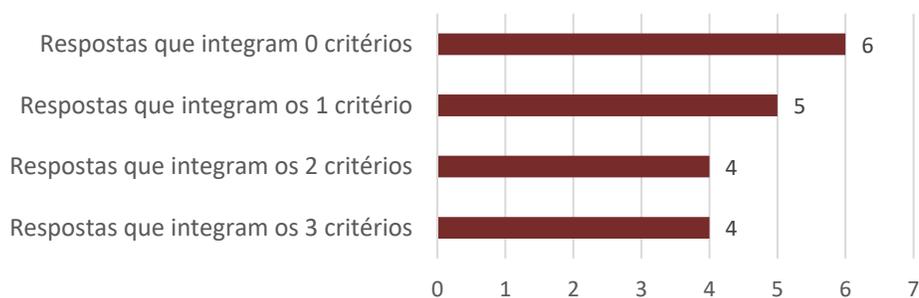
Por fim, na Q.6 “Quais são os produtos da fase não dependente da luz da fotossíntese?”, Figura 3, verifica-se que a maioria das respostas dos alunos (n=6) não evidencia a presença de qualquer critério. Por sua vez, quatro alunos conseguiram apresentar uma resposta completa, como a que se transcreve de seguida: Os produtos resultantes da fase não dependente da luz são: glícidos, ADP e NADP (A5, Prof. L).



**Figura 1** Distribuição das respostas dos alunos à questão de revisão nº 1 por número de acordo com nível de correção (errada – sem nenhuma evidência de cumprimento de critério até resposta completa – evidenciando o cumprimento de todos os quatro critérios de avaliação das aprendizagens definidos)



**Figura 2** Distribuição das respostas dos alunos à questão de revisão nº 2 por número de acordo com nível de correção (errada – sem nenhuma evidência de cumprimento de critério até resposta completa – evidenciando o cumprimento dos dois critérios de avaliação das aprendizagens definidos)



**Figura 3** Distribuição das respostas dos alunos à questão de revisão nº 5 por número de acordo com nível de correção (errada – sem nenhuma evidência de cumprimento de critério até resposta completa – evidenciando o cumprimento de todos os critérios de avaliação das aprendizagens definidos).

## 5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

A literatura e este estudo demonstram que o uso de vídeos no ensino da fotossíntese constitui uma estratégia que pode beneficiar a exploração de conteúdos. Os vídeos funcionam ainda como alternativa à prática de uma atividade experimental, quando se exploram vídeos e animações de simulação dos fenómenos. Estes recursos, possibilitam, igualmente, aguçar a curiosidade dos alunos para assuntos pouco conhecidos.

Neste relato descreveu-se uma prática educativa em que a revisão dos conteúdos sobre fotossíntese foi feita através da visualização de vídeos, tendo em vista promover uma aprendizagem mais efectiva. Para avaliar o contributo nas aprendizagens analisou-se as respostas dos alunos a três questões de revisão e ainda a duas questões de balanço. Dessa análise emerge a percepção de que com a observação dos vídeos os alunos tiveram a oportunidade de compreender melhor o processo fotossintético, sobretudo pela possibilidade de aceder a diferentes ilustrações/representações gráficas do processo metabólico. A inclusão de uma forte dimensão visual pode ter contribuído para reduzir algumas dificuldades de aprendizagem e potenciar o interesse dos alunos para este tema. Apesar do balanço positivo verificou-se que vários alunos tiveram dificuldades em responder de forma completa às questões. Acresce que dos resultados obtidos parece poder inferir-se que os alunos não apresentavam as dificuldades reportadas na secção 2. Esta leitura é, no entanto, feita de forma cautelosa porque a análise não visava a identificação de concepções alternativas dos alunos, que poderá vir a ser feita no futuro.

Embora não seja esse o foco deste artigo, considera-se que a discussão dos critérios de avaliação entre os três professores foi determinante para uma maior consciencialização deste desafio, pelo que se recomenda a replicação destas práticas noutras escolas, tal como a planificação coletiva sustentada num cruzamento entre o currículo em vigor, a consulta de estudos de investigação em educação e a incorporação de recursos digitais.

Por fim, destaca-se que a sessão de observação de vídeos focados no processo fotossintético foi a primeira de género no Liceu, uma escola em que as estratégias de ensino mais exploradas são expositivas daí o seu carácter inovador neste contexto específico. Partilhar esta conquista pode motivar outros professores a inovar igualmente as suas práticas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao coletivo de professoras de Biologia do Liceu envolvido na escola, nomeadamente Professora L. e Professora T, pelo contributo que deram para o desenvolvimento do estudo. Agradece-se ainda à Coordenação do Liceu a autorização para a implementação do estudo, ajudando a concretizar este projeto.

Obrigado a todos vós!

## REFERÊNCIAS

Araújo, M. F. F., & Pedrosa, M. A. (2014). Ensinar ciências na perspectiva da sustentabilidade: barreiras e dificuldades reveladas por professores de biologia em formação. *Educar em Revista*, 52, 305-318. <https://www.scielo.br/pdf/er/n52/18.pdf>

- Barbosa, P. & Macedo, M. (2016). Uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no ensino contextualizado de “fotossíntese”: Uma proposta para o ensino médio. *Revista da SBEnBio*, 9, 2244-2255. <https://sbenbio.org.br/publicacoes/anais/VI Enebio/VI Enebio completo.pdf>
- Barrett, A. (2017) Making secondary education relevant for all: reflections on science education in an expanding sub-sector, *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 47(6), 962-978. <https://doi.org/10.1080/03057925.2017.1343127>
- Breganha, G., Lopes, B. & Costa, N. (2018). Using students’ voice towards quality improvement of Angolan secondary physics classes. *Problems of Education in the 21<sup>st</sup> century*, 76(3), 289-298. <http://oaji.net/articles/2017/457-1529089411.pdf>
- Cachapuz, A. (2022). Educação em Ciências: contributos para a mudança. *Vitruvian Cogitationes, Maringá*, 3(2), 64-80. <https://doi.org/10.4025/rvc.v3i2.65705>
- Campbell, N. & Reece, J. (2002). *Biology*, 6th Edition. Benjamin Cummings.
- Charrier, M., Cañal, P. & Rodrigo, M. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 401-409. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3790>
- Coutinho, C., & Lisboa, E. (2011). Sociedade da Informação, do Conhecimento e da Aprendizagem: Desafios para Educação no Século XXI. *Revista de Educação*, 18(1), 5-22. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/14854>
- Demirhan, E., Önder, İsmail, & Beşoluk, Şenol. (2014). Brain based biology teaching: Effects on cognitive and affective features and opinions of science teacher trainees. *Journal of Turkish Science Education*, 11(3), 65-78. <https://doi.org/10.36681/>
- Guthrie, G. (2021). *Classroom Change in Sub-Saharan Africa in Foundations Classroom Change in Developing Countries, Volume 2: Synthesis*; Gerard Guthrie. <https://www.researchgate.net/publication/349094827>
- Heckler, V., Saraiva, O. & Filho, O. (2007). Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino aprendizagem de ótica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29(2), 267-273. <https://doi.org/10.1590/S0102-47442007000200011>
- INIDE (2005). *Currículo do 2º ciclo do ensino secundário: reforma curricular*. Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento da Educação.
- INIDE (2014). *Programa reajustado de Biologia 10ª, 11ª e 12ª Classes do 2º Ciclo do Ensino Secundário Geral*. Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento da Educação.
- Kyle, W.C. (2022) Expanding our views of science education to address sustainable development, empowerment, and social transformation. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(2), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0018-5>
- Leandro, E. (2020). *O uso de tecnologia da informação e comunicação (TIC) no ensino de Biologia*. [Dissertação de Mestrado, Instituto Brasileiro de Informação em Ciências e Tecnologia]. Repositório aberto da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UEPB. <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/4023>
- Lopes, B., Costa, N., & Matias, B. (2016). Impact evaluation of two master courses attended by teachers: an exploratory research in Angola. *Problems of Education in the 21st Century*, 74, 49–60. <https://www.scientiasocialis.lt/pec/files/pdf/vol74/49-60.Lopes Vol.74 PEC.pdf>
- Morais, C., & Paiva, J. (2007). Simulação digital e atividades experimentais em Físico-Químicas. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “Ponto de Fusão e ponto de ebulição” no 7º ano de escolaridade. *Sisifo. Revista de Ciências Da Educação*, 3, 101-112. <http://sisifo.ie.ulisboa.pt/index.php/sisifo/article/view/65>
- Morán, J. (1995). O vídeo na sala de aula. *Revista Comunicação & Educação*, 2, 27-35. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9125.v0i2p27-35>

- Nascimento, P. (2021). *Seqüência de ensino investigativa interdisciplinar sobre fotossíntese*. [Dissertação de Mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade Estadual da Paraíba. <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/4023>
- National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Oliveira, C., & Moura, P. (2015). TIC'S na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. *Pedagogia em Ação*, 7(1), 75-95. <https://smtpgw.pucminas.br/index.php/pedagogiacao/article/view/11019>
- Trindade, K., Rehfeldr, M. & Marchi, R. (2016). Ambiente virtual de aprendizagem: Repaginando antigas práticas pedagógicas. *Revista Tecnologias na Educação*, 8(17), 1-10. <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2016/09/REL3-ano8-vol17-dez2016.pdf>
- Santos, R. (2018). *O simulador photolab num espaço de aprendizagem por investigação no desenvolvimento de competências do processo científico*. [Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Leiria] Repositorio Aberto do Politécnico de Leiria. <http://hdl.handle.net/10400.8/3371>
- Santos, A., Santos, M., Mendonça, M., Junior, E. & Fonseca, M. (2019). Investigando concepções alternativas nas aulas de ciências: possibilidades dentro do processo de ensino/aprendizagem. *Brazilian Journal of Development*, 5(12), 31482-31492. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n12-241>
- Souza, S., & Almeida, M. (2002). A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. *Ciências e Educação*, 8(1), 97-111. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132002000100008>
- Vaile, F. K. U., Lopes, B. & Loureiro, M. J. (2021). Inovar na Educação em Ciências em Angola: Um estudo exploratório na formação contínua de professores na área da Bioenergetica. *Da Investigação às Práticas: Estudos de Natureza Educacional*, 11(1), 102-122. <https://doi.org/10.25757/invep.v11i1.229>
- Wafunga, H. (2017). Análise das competências profissionais dos professores de Biologia de escolas do I Ciclo do Ensino Secundário da Cidade de Benguela-Angola. [Tese de doutoramento, Universidade de Granada]. Repositório aberto da Universidade de Granada: <http://hdl.handle.net/10481/48230>

## Anexo 1. Plano da unidade temática Fotossíntese”

OBJECTIVOS EDUCATIVOS APLICÁVEIS AO TEMA “FOTOSSÍNTESE”
Objetivos Gerais do 2º ciclo do ES (INIDE, 2014, p.10) [1] “Desenvolver o pensamento lógico e abstracto e a capacidade de avaliar a aplicação de modelos científicos na resolução de problemas da vida prática”
Objetivos gerais da disciplina de Biologia para o 2º ciclo (INIDE, 2005, p. 10) [2] “Aprofundar o trabalho de exploração de conteúdos no âmbito da Biologia com o apoio das diferentes áreas científicas” [3] “Interpretar os resultados experimentais obtidos por investigadores na área da Biologia” [4] “Realizar experiências e observações que proporcionem a apropriação de conhecimentos sólidos” [5] “Interpretar modelos, gráficos e diagramas + informação textual” [6] “Consciencializar para a defesa do meio ambiente, espaço de partilha a manter em equilíbrio” [7] “Compreender as implicações do conhecimento biológico sobre os problemas que mais preocupam o Homem e a sociedade” [8] “Desenvolver o espírito de iniciativa, a criatividade e o sentido de responsabilidade” [9] “Incentivar a investigação educacional na área de Biologia, virada para a resolução de problemas actuais” [10] “Desenvolver autonomia e a pesquisa capacitando para a aquisição independente dos conhecimentos”
Objetivos Gerais da 10ª classe de Biologia (INIDE, 2014, p. 5) [11] Conhecer as fontes biológicas produtoras de energias [12] Reconhecer os diferentes níveis de organização biológica (organismo, tecido, célula e biomoléculas).
Objetivos específicos da 10ª classe de Biologia (INIDE, 2014, p. 5 – 6) [13] Referir a constituição do ATP e suas relações com ADP ____ [14] Salientar a importância do ATP a nível celular ____ [15] Reconhecer os processos de produção de energia biológica ____ [16] Enumerar os factores que interferem na actividade fotossintética ____ [17] Referir os pigmentos fotossintéticos ____ [18] Localizar os pigmentos fotossintéticos na estrutura do cloroplasto ____ [19] Interpretar os resultados de experiências sobre fotossíntese ____ [20] Escrever a equação geral da fotossíntese ____ [21] Referir a importância da luz no processo fotossintético ____ [22] Comparar a fotofosforilação cíclica com a fotofosforilação acíclica ____ [23] Identificar reações de oxirredução ____ [24] Mencionar as reações dependentes da luz e reações não dependentes da luz ____ [25] Referir a importância do ATP e do NADPH no ciclo de Calvin ____

Aula	Tema/Conteúdos de acordo com INIDE,	Estratégia & Recursos	Objetivos educativos
1	[Atividade Prática de Introdução ao Tema]	Introdução à Fotossíntese – Importância das Folhas/Plantas/Árvores e Importância da Luz para estas Observação de Folhas ao Microscópio Óptico Composto (M.O.C.)	[1], [2], [4], [6], [8], [9], [11], [12], [20]; [21];
2	Conteúdos do Tema 2 Bioenergética 2.1. Produção do ATP	Aula de exposição teórica sobre “a molécula do ATP” com questionamento oral e apoio de esquemas elaborados no quadro preto com base no manual escolar.	[11], [13], [14],
3	“Bioenergética” 2.2.1 Pigmentos fotossintéticos 2.2.2 Organização dos pigmentos fotossintéticos	Realização de uma atividade prática para separação de Pigmentos Fotossintéticos, nas quais serão os alunos a trazer diferentes folhas de casa. Ao longo da atividade questionamento oral (ex. tipo de plantas utilizadas, ...). Interpretação dos resultados (distribuição de bandas de cores diferentes no papel de filtro) com elaboração de um relatório. Interpretação de um esquema do manual dos cloroplastos – questionamento oral.	[6] [8], [9], [11], [17], [18]
4	2.2.3 Captação de energia luminosa 2.2.4 Reações da Fotossíntese	Aula de exposição teórica com recurso ao questionamento oral e análise de figuras/esquemas do manual e outras fontes - Diálogo com questionamento [sol como fonte de energia fotónica, reagentes e produtos] + Esquema quadro negro	[5], [10], [13], [14], [15], [16], [20]
5	2.2.5. Reações dependentes da luz e não dependente da luz	Aula de exposição teórica com recurso ao questionamento oral e análise de figuras/esquemas do manual e outras fontes	[5], [3], [22], [23], [24]
6	2.2.6. Ciclo de Calvin	Aula de exposição teórica com recurso ao questionamento oral e análise de figuras/esquemas do manual e outras fontes	[5], [10], [21], [22], [25]
7	Revisão dos conteúdos explorados sobre Fotossíntese	Visionamento de um conjunto de vídeos pré-selecionados seguidos de questionamento (cf. Figura 2) Esclarecimento de dúvidas* Balanço da unidade temática através da resposta a duas questões: - “O que aprendeste de novo?” - “O que gostaste particularmente?”	Todos os OE anteriormente elencados e associáveis a esta unidade em particular [8], [10], [11]
Avaliação Sumativa [que metodologicamente funcionou como Pós TESTE]			
* Apesar dos esforços prévios a criação de um espaço de formulação de questões por parte dos alunos não foi proficua não tendo emergido questões conceptuais. Estes fizeram perguntas de rotina e procedimentais. Não sendo o foco deste artigo não podemos deixar de assinalar a importância de se trabalhar a formulação de perguntas, enquanto capacidade, com os alunos.			