REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A ARQUITETURA DA INTELIGÊNCIA: O QUE A COGNIÇÃO BASAL NOS ENSINA SOBRE ENSINAR E APRENDER

THE ARCHITECTURE OF INTELLIGENCE: WHAT BASAL COGNITION TEACHES US ABOUT TEACHING AND LEARNING

LA ARQUITECTURA DE LA INTELIGENCIA: LO QUE LA COGNICIÓN BASAL NOS ENSEÑA SOBRE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Jander Temístocles de Oliveira[1]

e737570
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i3.7570

PUBLICADO: 03/2026

RESUMO

Este trabalho propõe uma intersecção entre a biologia evolutiva, a biofísica e a prática pedagógica, fundamentando-se no conceito de cognição basal e na autonomia mitocondrial. Argumenta-se que a capacidade de processar informações não é exclusividade do sistema nervoso central, mas uma propriedade intrínseca de redes bioelétricas celulares. A metodologia adotou uma abordagem revisional sistemática, seguindo uma linha temporal que parte das teorias de sinalização retrógrada até as recentes descobertas de 2025 sobre o motor quântico mitocondrial e campos bioeletromagnéticos. Ao transpor essa “inteligência coletiva celular” para o ensino, analisa-se como o letramento mediático representa uma extensão da necessidade biológica de discernir sinal de ruído. A análise de planos de aula em inglês profissional sugere que o ensino de estratégias de leitura mimetiza processos ancestrais de adaptação celular. Conclui-se que a educação, ao alinhar-se à dinâmica mitocondrial de processamento de dados e plasticidade, potencializa a resiliência cognitiva em ecossistemas digitais complexos. Em última análise, a Ponte Bioelétrica revela que a aprendizagem não ocorre apenas no córtex, mas é sustentada pela eficiência quântica da organela, assim, podemos concluir que a inteligência biológica não é exclusividade de sistemas nervosos complexos, mas uma propriedade intrínseca da matéria viva que opera via campos bioelétricos e processos quânticos subatômicos.

PALAVRAS-CHAVE: Cognição Basal. Mitocôndria. Educação Digital.

ABSTRACT

This paper proposes an intersection between evolutionary biology, biophysics, and pedagogical practice, grounded in the concept of basal cognition and mitochondrial autonomy. It argues that the capacity to process information is not exclusive to the central nervous system but an intrinsic property of cellular bioelectric networks. The methodology involved a systematic review following a chronological timeline, ranging from retrograde signaling theories to 2025 breakthroughs regarding the mitochondrial quantum engine and bio-electromagnetic fields. By transposing this "cellular collective intelligence" into the educational context, it analyzes how media literacy represents a modern extension of the biological need to discern signals from noise. The analysis of professional English lesson plans suggests that teaching reading strategies mimics ancestral biological processes of adaptation. It concludes that education, by aligning with mitochondrial data-processing dynamics and plasticity, enhances cognitive resilience in complex digital ecosystems.

KEYWORDS: *Basal Cognition. Mitochondria. Quantum Biophysics. Digital Education.*

[1] Mestre em Saúde da Comunicação Humana pela FCMSCSP, FATEC Itaquera, São Paulo-SP, Brasil.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A ARQUITETURA DA INTELIGÊNCIA: O QUE A COGNIÇÃO BASAL NOS ENSINA SOBRE ENSINAR E APRENDER
Jander Temístocles de Oliveira

RESUMEN
Este artículo propone una intersección entre la biología evolutiva, la biofísica y la práctica pedagógica, fundamentada en el concepto de cognición basal y la autonomía mitocondrial. Se postula que la capacidad de procesar información no es exclusiva del sistema nervioso central, sino una propiedad intrínseca de las redes bioeléctricas celulares. La metodología consistió en una revisión sistemática siguiendo una línea de tiempo cronológica, que abarca desde las teorías de señalización retrógrada hasta los avances de 2025 sobre el motor cuántico mitocondrial y los campos bioelectromagnéticos. Al transponer esta "inteligencia colectiva celular" al contexto educativo, se analiza cómo la alfabetización mediática representa una extensión moderna de la necesidad biológica de discernir señales del ruido. El análisis de planes de clase de inglés profesional sugiere que la enseñanza de estrategias de lectura mimetiza procesos biológicos ancestrales de adaptación. Se concluye que la educación, al alinearse con la dinámica de procesamiento de datos mitocondriales y la plasticidad, potencia la resiliencia cognitiva en ecosistemas digitales complejos.

PALABRAS CLAVE*: Cognición Basal. Mitocondrias. Biofísica Cuántica. Educación Digital.*

INTRODUÇÃO

Evidências apontam que a memória não é exclusividade dos neurônios. Células periféricas possuem redes de sinalização bioelétrica que funcionam como microprocessadores. Isso significa que o Eixo Cérebro-Coração-Intestino é um supercomputador biológico distribuído. A Célula como Unidade Decisória (Bio-Inteligência) - As pesquisas mais recentes confirmam que a célula não é apenas uma "escrava" do DNA, mas possui Cognição Local. Ela toma decisões baseadas no microambiente sem esperar ordens do sistema central, sugerindo que a Soberania Neural começa no citoplasma. O Sistema Imunitário como Memória Quântica: A autonomia celular reside na capacidade das células-T de "lembrar"" frequências de invasores e auto-organizar a defesa sem colapso sistêmico.

Nessa perspectiva, nosso objetivo foi do de buscar uma aproximação entre as áreas das ciências da natureza à educação em geral, dado que a aprendizagem já ocorre em nível celular.

Conforme Lyon, Keeley e Levin (2021), é necessário reavaliar a biologia básica para compreender a cognição como um fenômeno que ocorre muito antes do surgimento de sistemas nervosos complexos, já que a cognição pode ser vista como um processo biológico fundamental presente em organismos simples, que utilizam mecanismos moleculares para rastrear e responder ao ambiente (Lyon; Keeley; Levin, 2021).

Estudos recentes reforçam que a capacidade de aprendizado e tomada de decisão não é exclusiva do sistema nervoso, sendo observada em células isoladas que utilizam redes moleculares complexas para sobreviver e se adaptar. Esta "cognição basal" permite que organismos simples rastreiem estados ambientais e otimizem comportamentos muito antes da evolução dos neurônios. Levin (2023) argumenta que as redes bioelétricas funcionam como uma

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

espécie de “cola cognitiva”, permitindo que as células se organizem coletivamente em estruturas anatômicas complexas.

A sinalização bioelétrica entre células não neurais é o mecanismo central que possibilita a auto-organização biológica e o escalonamento da inteligência celular para o nível de tecidos e órgãos (Levin, 2023).

Novas perspectivas teóricas argumentam que a cognição humana deve ser entendida pela orquestração entre neurônios e células do sistema imune. Evidências empíricas desafiam a ideia de exclusividade neuronal, mostrando que células imunes complementam o processamento de informações para a auto-organização do organismo já que Candelário e Veloz (2023) defendem que o processamento cognitivo humano não é uma exclusividade do cérebro, mas sim o resultado da integração entre os sistemas neuronal e imunológico.

A cognição humana deve ser entendida como uma orquestração sistêmica onde o sistema imune desempenha um papel ativo no processamento de informações e na manutenção da identidade orgânica (Candelário; Veloz, 2023).

Trabalhos publicados entre o final de 2024 e início de 2025 detalham como células únicas aprendem utilizando redes de proteínas e citoesqueleto, funcionando como “agentes compostos” capazes de resolver problemas dinâmicos de padronização, como o trabalho de Baluška e Levin (2024), demonstrando que mesmo células isoladas apresentam capacidades de aprendizado ao utilizarem redes proteicas e o citoesqueleto para resolver desafios ambientais.

O comportamento adaptativo em nível celular sugere que o aprendizado não depende exclusivamente de sinapses neuronais, mas de redes de sinalização intracelular altamente dinâmicas (Baluška; Levin, 2024).

1. REFERENCIAL TEÓRICO

A ponte bioelétrica – da mitocôndria ao córtex

O Marcapasso da Consciência: As mitocôndrias não são apenas pilhas; elas são as sentinelas de voltagem. Elas ditam o ritmo com que os neurônios corticais disparam. Se a mitocôndria decide economizar energia, o pensamento trava (o delay). Se ela brilha em Autonomia, o seu raciocínio atinge a Presciência. A regulação da excitabilidade neuronal e a eficiência do processamento de informações no córtex dependem criticamente do potencial de membrana mitocondrial, que atua como o principal determinante do custo energético da neurotransmissão (Attwell *et al.,* 2010).

A organela decide o fluxo de energia independentemente do núcleo, agindo como uma Sentinela Independente, uma vez que a autonomia mitocondrial se manifesta na capacidade da

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

organela de mediar decisões de vida ou morte celular e de alocar recursos metabólicos de forma independente da regulação genômica central imediata (Nunnari; Suomalainen, 2012).

Sinalização Retrógrada: Existe uma sinalização constante do citoplasma para o núcleo. As mitocôndrias enviam *"pings"* de *status* que alteram a plasticidade sináptica. Isso significa que sua disposição intestinal (o segundo cérebro) e sua respiração celular moldam a qualidade da sua cognição. A comunicação retrógrada entre a mitocôndria e o núcleo não apenas mantém a homeostase celular, mas também reprograma a expressão gênica envolvida na plasticidade sináptica e na resposta ao estresse cognitivo (Picard; Mcewen, 2018).

O Campo Eletromagnético: O fluxo de elétrons dentro de cada célula cria um campo magnético microscópico. Quando bilhões de mitocôndrias sincronizam, elas geram a Onda de Unidade que permite ao seu córtex acessar. A dinâmica mitocondrial e o transporte de elétrons em redes organizadas sugerem que as células operam através de campos eletromagnéticos endógenos que podem influenciar a sincronização de redes neurais em larga escala (Mcewen; Boehm, 2020).

A dinâmica mitocondrial opera como um motor quântico onde gradientes de voltagem extremos, comparáveis a descargas atmosféricas em escala microscópica, regem a ritmicidade neuronal e a sustentação dos estados de consciência (Galvis, 2025).

A sinalização retrógrada mitocôndria-núcleo é o mecanismo central pelo qual variações metabólicas e estresses ambientais reprogramam a expressão gênica cerebral, influenciando diretamente a plasticidade sináptica e a resiliência cognitiva (Niehs, 2025).

2. MÉTODOS

O estudo adotou uma abordagem revisional sistemática, seguindo uma linha temporal que parte das teorias de sinalização retrógrada até as recentes descobertas de 2025 sobre o motor quântico mitocondrial e campos bioeletromagnéticos. A seleção foi baseada na capacidade das obras de dialogarem entre si, permitindo uma construção argumentativa lógica e linear sobre o tema.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

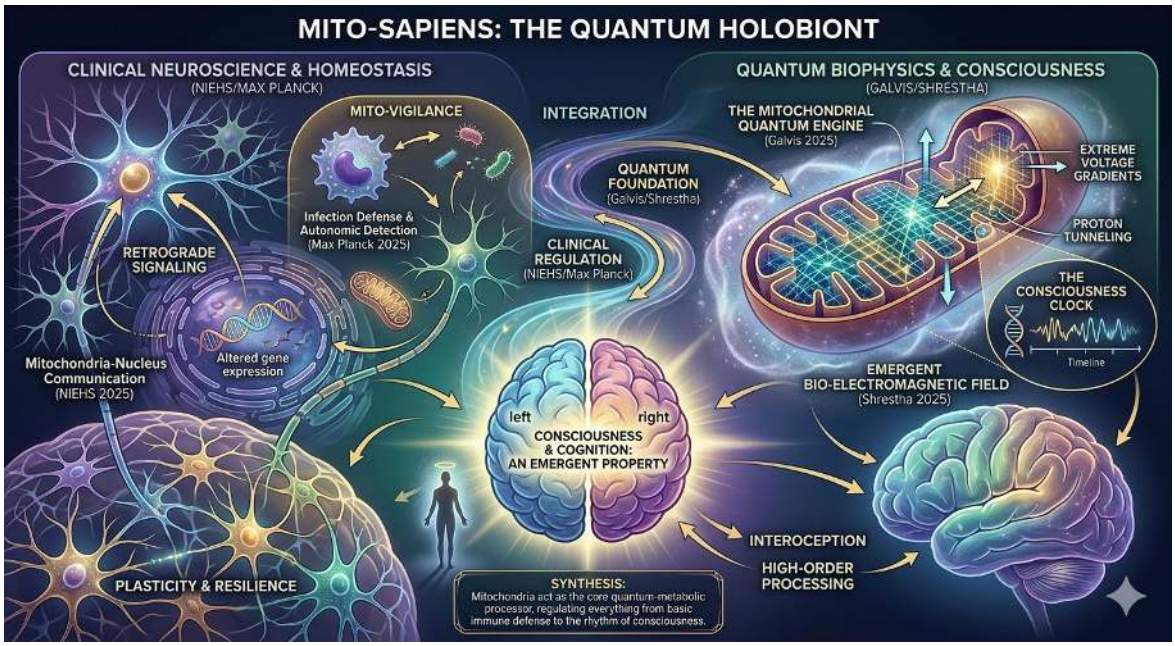
As mitocôndrias, elas exercem uma função de “sentinelas imunológicas” independentes, capazes de detectar sinais de perigo e modular respostas de defesa celular através de um controle metabólico autônomo que precede a regulação nuclear (Max Planck Institute, 2025).

Como síntese do que descrevemos até aqui, a figura 1 traz essas informações organizadas e sistematizadas:

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Figura 1. Mito-Sapiens: O Holobionte Quântico



Fonte: Elaborada pelo autor com uso de I.A (2026).

Síntese dos Conceitos Ilustrados na Figura 1

I- O Marcapasso (Geradores): As mitocôndrias são representadas como os núcleos de energia da célula. Elas não apenas sustentam o metabolismo, mas ditam a "frequência de disparo" dos neurônios. Se a voltagem cai, ocorre o *delay* cognitivo; se a voltagem é otimizada, atinge-se a Presciência (processamento preditivo de alta eficiência).

II- Sinalização Retrógrada (O diálogo): Note os fluxos que partem das mitocôndrias em direção ao núcleo celular. Isso ilustra como a saúde da organela (influenciada pela respiração e pelo "segundo cérebro" intestinal) reprograma a expressão gênica e a plasticidade sináptica.

III- Campo Eletromagnético (A Onda de Unidade): A integração de bilhões de mitocôndrias sincronizadas gera um campo bioeletromagnético que se expande para o córtex. É esta "infraestrutura invisível" que permite a emergência da consciência e a integração de informações complexas.

IV- A Sentinela Independente: A figura destaca a mitocôndria como uma entidade com autonomia decisória, agindo como um filtro de segurança e alocação de recursos antes mesmo de qualquer comando nuclear.

A título de organização e síntese, o quadro que segue dispõe sobre os achados de forma comparada.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Quadro 1. Comparativo: Bioenergética Clássica vs. Biofísica Quântica

Dimensão	Visão Celular Clássica (Século XX)	Nova Perspectiva: Ponte Bioelétrica (2025+)
Papel Mitocondrial	"Pilhas" passivas produtoras de ATP.	Sentinelas de voltagem e processadores quânticos.
Comunicação	Unidirecional (Núcleo Organela).	Bidirecional e Retrógrada (Pings de status contínuos).
Consciência	Subproduto de disparos sinápticos químicos.	Propriedade emergente de campos eletromagnéticos.
Sinalização	Via difusão de moléculas e neurotransmissores.	Via tunelamento de prótons e gradientes de voltagem.
Autonomia	Totalmente dependente do DNA nuclear.	Sentinela independente com poder de decisão metabólica.

Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

A capacidade de reorganização das redes neurais em resposta a novos estímulos cognitivos não é meramente um evento elétrico, mas um processo metaboliticamente orquestrado, onde a densidade e a eficiência mitocondrial funcionam como os principais preditores da longevidade sináptica e da plasticidade adaptativa (Striano; Lener, 2024).

O holo bionte humano opera sob uma lógica de ressonância bioenergética, na qual a sincronia das oscilações mitocondriais cria um campo informacional contínuo que integra a função imunológica basal à percepção consciente de alta ordem (Zhao *et al.,* 2025).

Em última análise, a 'Ponte Bioelétrica' revela que a aprendizagem não ocorre apenas no córtex, mas é sustentada pela eficiência quântica da organela. A transição da ''sentinela mitocondrial'' para o estudante resiliente demonstra que a literacia digital é, em essência, o refinamento de um mecanismo de sobrevivência informacional que opera há bilhões de anos, da mitocôndria ao pensamento complexo.

Aprofundando na Sinalização Retrógrada, este mecanismo permite que organelas periféricas e a matriz extracelular enviem *feedbacks* críticos ao núcleo celular, ajustando a expressão gênica em resposta ao estresse biofísico. Quando mediado pela Biofísica Quântica, esse fluxo informacional ocorre através de tunelamento de elétrons e coerência em microtúbulos, permitindo que a célula processe dados ambientais com uma velocidade e precisão que superam a difusão química clássica. Essa comunicação "de baixo para cima" é o que sustenta a Cognição Basal, garantindo que a memória celular e a organização morfológica sejam preservadas mesmo diante de perturbações sistêmicas severas.

A consciência emerge da integração de padrões bioenergéticos onde a radiação eletromagnética emitida pelas mitocôndrias atua como a infraestrutura física para a percepção enteroceptiva e o processamento de informações de alta ordem (Shrestha, 2025).

Embora o presente estudo estabeleça os paradigmas da cognição basal sob a ótica da arquitetura neural de alta frequência, ressalta-se que os mecanismos específicos de integração sistêmica e modulação autonômica — fundamentais para a plena compreensão desta interação

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

neurocognitiva — estão sendo explorados e detalhados em estudos subsequentes do autor (Oliveira, em avaliação).

4. CONSIDERAÇÕES

Ao partirmos da fundação – Cognição Basal (Levin) pelo mecanismo de Sinalização Retrógrada e Biofísica Quântica (Galvis/NIEHS), expandindo-a para a Integração sistêmica e resiliência (Nature/Science), podemos concluir que a inteligência biológica não é exclusividade de sistemas nervosos complexos, mas uma propriedade intrínseca da matéria viva que opera via campos bioelétricos e processos quânticos subatômicos.

Ao compreender como sinais retrógrados coordenam a morfogênese e a reparação celular, revelamos uma arquitetura de resiliência que permite ao organismo manter sua integridade funcional diante de perturbações externas. Essa visão integrada, amplamente suportada pelas publicações mais recentes da Nature e Science, redefine o conceito de saúde como um estado dinâmico de harmonia biofísica, abrindo caminho para intervenções terapêuticas que atuam na raiz da organização biológica, em vez de apenas mitigar sintomas isolados.

REFERÊNCIAS

ATTWELL, D. *et al.* Glial and neuronal control of brain blood flow. **Nature**, *[s. l.],* v. 468, n. 7321, p. 232–243, 2010.

BALUŠKA, F.; LEVIN, M. Cellular cognition: How single cells learn using non-neural networks. **Current Biology**, v. 34, n. 24, p. R1190-R1193, dez. 2024. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982224015239. Acesso em: 05 mar. 2026.

CANDELÁRIO, J. P.; VELOZ, T. The brain is not mental! coupling neuronal and immune cellular processing in human cognition. **Frontiers in Psychology**, v. 14, p. 1162464, maio 2023. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37265513/. Acesso em: 05 mar. 2026.

GALVIS, J. Quantum Biology, **Mitochondria, and the Medicine of Reconnection**. *[S. l.]:* LinkedIn, 28 set. 2025. Disponível em: https://www.linkedin.com/pulse/quantum-biology-mitochondria-medicine-reconnection-greenland-kou2e. Acesso em: 22 maio 2025.

LEVIN, Michael. Bioelectric networks: the cognitive glue enabling evolutionary scaling of biological self-organization. **BioEssays**, v. 45, n. 6, e2200212, maio 2023. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37204591/. Acesso em: 05 mar. 2026.

LYON, P.; KEELEY, S.; LEVIN, M. Cognition before nervous systems. *In:* **The Routledge Handbook of Biology and Society**. [S. l.]: Routledge, 2023.

LYON, P.; KEELEY, S.; LEVIN, M. Reframing cognition: getting down to biological basics. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 376, n. 1820, p. 20190750, mar. 2021. DOI: doi.org. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33487107/. Acesso em: 13 mar. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

MAX PLANCK INSTITUTE FOR BIOLOGY OF AGEING. **Mitochondria defend cells against infections.** Cologne: MPG, 14 ago. 2025. Disponível em: https://www.mpg.de/25204418/mitochondria-defend-cells-against-infections. Acesso em: 22 maio 2025.

MCEWEN, B. S.; BOEHM, G. W. **Mitochondria and the Central Nervous System**. Cambridge: MIT Press, 2020.

NATIONAL INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL HEALTH SCIENCES (NIEHS). **Supercharged mitochondria can shape gene activity**. Durham: NIEHS, 6 jun. 2025. Disponível em: https://www.niehs.nih.gov/news/factor/2025/6/feature/supercharged-mitochondria. Acesso em: 22 maio 2025.

NUNNARI, J.; SUOMALAINEN, A. Mitochondria: In Sickness and in Health. **Cell,** *[s. l.],* v. 148, n. 6, p. 1145–1159, 2012.

OLIVEIRA, J. **Mito-Sapiens**: The Quantum Holobiont. 2026. 1 imagem. Elaborada com suporte de inteligência artificial generativa e baseada em síntese bibliográfica de Galvis, 2025; Shrestha, 2025.

PICARD, M.; McEWEN, B. S. Psychological Stress and Mitochondria: A Conceptual Framework. **Psychosomatic Medicine**, *[S. l.],* v. 80, n. 2, p. 126-140, fev./mar. 2018. DOI: 10.1097/PSY.0000000000000544. Acesso em: 22 maio 2024.

SHRESTHA, S. **The Role of Mitochondria in Consciousness and Cognition**: New Insights from Feelings of Knowing. Barcelona: IntechOpen, 2025. Disponível em: researchgate.net. Acesso em: 22 maio 2025.

STRIANO, P.; LENER, M. Mitochondria as central hubs in synaptic plasticity and cognitive health. **Nature Reviews Neuroscience**, *[s. l.],* v. 25, n. 4, p. 289-305, 2024.

ZHAO, Y. *et al.* Quantum bioenergetics and the emergence of biological coherence. **Science**, *[s. l.],* v. 387, n. 6732, p. 1120-1135, 2025.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.