

# O som no limite da consciência: biomusicologia e biologia quântica

João Manuel Marques Carrilho (Jonas Runa), PhD.  
jonasruna@gmail.com

## 1. Materialismo e Objectividade

A visão científica hoje dominante considera a consciência como um “estado da matéria”. Tal como sólidos, líquidos ou gases são apenas formas diferentes de organizar os átomos, a consciência é tomada como uma propriedade emergente, resultante de combinações particularmente complexas entre moléculas. Da mesma forma que a solidez de uma pedra não está em nenhum dos seus constituintes elementares (pois apenas emerge do conjunto), também a consciência seria somente um dos frutos da verdade final de todas as coisas: nada mais que átomos viajando no vazio, ou vácuo quântico.

Apesar de aceite como dogma central no paradigma atual, este reducionismo materialista é apenas uma hipótese. Nenhum preponente deste pressuposto é capaz de quantificar objectiva e matematicamente a partir de que grau de complexidade da matéria emerge a vida, ou a partir de que grau de complexidade da vida emerge a consciência. Uma hipótese alternativa, perfeitamente plausível cientificamente, é que algum tipo de “proto-consciência” constitua um dos elementos fundamentais do universo, tal como a geometria do espaço-tempo, a massa - através do campo de Higgs - ou a energia. (exemplo: a teoria Orch-OR, proposta por Roger Penrose e Stuart Hameroff).

Como afirmou Bertrand Russell, devemos estar preparados para considerar como “matéria” aquilo que a física definir enquanto tal, e estar mesmo dispostos a abandonar esse conceito se ele se revelar inadequado. De facto, a física do séc. XX forneceu-nos duas visões incompatíveis do problema: 1) No mundo “clássico”, regido pela relatividade de Einstein, tudo são campos, e a massa corresponde à concentração de um campo. 2) Na mecânica quântica, que se contradiz a si mesma no chamado “paradoxo da medição”, a matéria e suas partículas elementares possuem uma dualidade intrínseca: são simultaneamente ondas e partículas.

Se os processos físicos e químicos que ocorrem no interior dos organismos vivos são os mesmos que se observam no ambiente exterior, então a consciência pode implicar uma nova física, para além da fronteira do conhecimento atual - nos enigmáticos limites entre a relatividade e a mecânica quântica - uma vez que permanece inexplicada através das duas teorias conhecidas. Um dos argumentos mais comuns dos defensores do dogmatismo materialista é que é ilógico relacionar a mecânica quântica e a consciência simplesmente porque são ambas misteriosas e paradoxais. Mas é precisamente enquanto materialistas que deveriam ser os primeiros a reconhecer que deve existir algum princípio físico (potencialmente desconhecido) em ação, apelando à possibilidade da descoberta de uma nova área da física.

Outro dos grandes pilares da revolução científica foi a distinção inequívoca entre o observador e o observado. O exemplo clássico encontra-se na filosofia de Descartes, onde a distinção entre sujeito e objecto se manifesta no dualismo entre pensamento (a essência da mente) e extensão espacial (a essência da matéria). Assim se eliminou, aparentemente, toda e qualquer subjetividade, e se autonomizou definitivamente a ciência moderna como o estudo do mundo exterior, material e “absolutamente objectivo”. Mas foi ironicamente naquela que é descrita como a teoria mais precisa jamais formulada pela humanidade, ou seja na mecânica quântica, que o problema entre observador e observado emergiu de forma mais paradoxal: o famoso gato de Schrödinger (em “entrelaçamento quântico” com uma partícula subatômica da qual depende a sua vida), não pode estar simultaneamente vivo e morto, tal como previsto matematicamente. Foi para demonstrar a incoerência da sua teoria com a realidade dos factos que Schrödinger popularizou a experiência (puramente mental) do seu gato quântico.

É precisamente neste ponto que a física quântica se contradiz a si mesma. A realidade comporta-se de forma diferente consoante é ou não observada: quando não é observada, a matéria manifesta-se como ondas (que enquanto tal não podem ser confinadas a um único ponto do espaço-tempo, pois requerem extensão espacial e duração); quando é observada, a matéria passa a comportar-se como partículas. O já mencionado “paradoxo da medição” significa simplesmente: O que acontece quando se procede a uma medição ou experiência no mundo quântico? Ou, em terminologia da física, como é que ocorre o “colapso da função de onda”? A resposta a esta pergunta proporcionou algumas das mais extraordinárias especulações de toda a ciência contemporânea.

Uma das mais famosas interpretações deste problema, apelidada a “interpretação de Copenhaga” e popularizada na década de 1920 por Niels Bohr e W. Heisenberg, afirma que antes de uma observação a realidade existe *ipso facto* numa “sobreposição quântica” de estados possíveis (determinados por probabilidades) sendo o “observador” a causa do “colapso da função de onda”. Em suma, antes de ser observado, o gato de Schrödinger existe realmente numa “sobreposição quântica”, vivo e morto simultaneamente. Einstein, pelo contrário, recusava acreditar que a Lua deixasse de existir quando não era observada, afirmando sempre que o mais incompreensível é que o universo seja na verdade compreensível.

Uma interpretação mais recente, e mais do agrado do materialismo, é a denominada “interpretação dos muitos mundos”, (formulada por Hugh Everett) fundamento da concepção de multiverso. Nesta perspectiva, o “colapso da função de onda” não existe, e a “sobreposição quântica” corresponde à existência de múltiplos gatos de Schrödinger em universos “paralelos”, vivo em alguns e morto noutros, de acordo com as probabilidades inerentes à teoria. Estes universos paralelos seriam mutuamente indetectáveis, a não ser pelo estreito portal da mecânica quântica, e implicam naturalmente a existência de infinitas cópias não só de gatos mas de nós mesmos, numa caleidoscópica e inesgotável variedade de experiências, contextos e formas de existência.

De acordo com esta perspectiva, o multiverso seria o passo seguinte numa sequência de revoluções: i) abdicar do planeta Terra como o centro do universo e o único dos mundos; ii) abdicar do sistema solar como o centro da galáxia e o único dos sistemas planetários; iii) abdicar da galáxia como centro do universo e a única das galáxias; iv) abdicar do universo conhecido em prol da incomensurabilidade de universos que constituem o multiverso. Assim apresentado, o argumento implica de uma armadilha lógica, pois ao contrário dos outros planetas do sistema solar, de outras estrelas ou até galáxias, não existe a mínima prova que existam outros universos, e esta hipótese permanece no domínio puramente especulativo, melhor classificado naquilo que se denomina como “hard science fiction”.

A “interpretação dos muitos mundos” explicaria assim os valores experimentais das “constantes físicas fundamentais” (e.g. velocidade da luz no vácuo, constante gravitacional, constante de Planck) e consequentemente o porquê do universo ser “bem afinado” (fine-tuning). Se existem múltiplos universos, cada um pode ter os seus próprios valores para as “constantes físicas fundamentais”, e a vida só pode existir num universo que permita a sua existência. Esta versão cosmológica do denominado “princípio antrópico” pouco mais é que uma tautologia, e as suas bases científicas permanecem largamente indeterminadas. Nada se acrescenta ao velho dualismo cartesiano, e o ser humano é colocado à margem da natureza, da qual claramente faz parte.

A verdade é que o “observador” - esse sim, plenamente real - constitui um verdadeiro tabu para a larga maioria dos físicos, apesar de se ter revelado como elemento essencial no “paradoxo da medição”, na mais “dura” de todas as ciências. A possibilidade da intervenção de qualquer subjetividade nas supostamente imutáveis “leis objectivas” da natureza é um pesadelo tanto para o racionalismo ocidental como para o reducionismo materialista. Por isso mesmo, na “interpretação dos muitos mundos”, o “observador” não tem qualquer função, e o “paradoxo da medição” é resolvido postulando uma infinidade de realidades materiais paralelas. Adicionalmente, ao postular cópias intermináveis de nós mesmos, do planeta, do sol e de tudo o que existe, a teoria elimina sub-repticiamente tudo o que há de único, particular, irrepetível ou subjetivo.

O espectro electromagnético é por vezes referido como exemplo paradigmático da irrelevância da percepção e da experiência direta de um “observador”. Afinal, a luz detectável por um ser humano (ou qualquer outro ser vivo) é infinitesimal, quando comparada com a vastidão da radiação electromagnética à qual acede a ciência, desde as ondas rádio até aos raios gama. Como pode a consciência desempenhar um papel fundamental se é restrita perceptualmente a uma parte da realidade extremamente diminuta? No polo oposto desta questão, Merleau-Ponty argumentou que a percepção não pode ser desvalorizada, uma vez que é o fundamento de toda a nossa compreensão e envolvimento com o mundo. Para o seu pensamento fenomenológico, que apelava precisamente a um novo diálogo entre o corpo e a mente, coube à arte e ao pensamento moderno o mérito de nos fazer redescobrir o mundo da percepção, no qual vivemos mas que a visão científica dominante nos convida a esquecer.

Ainda mais inegável que o imenso sucesso da física, é a evidência de que existimos. Este é o facto mais extraordinário de todos os instantes da nossa vida. A consciência e os órgãos sensoriais constituem um pré-requisito para a física, e não o inverso. Todas as leis conhecidas não são mais que “aproximações” (caso contrário a ciência não poderia avançar), o que demonstra que são fruto do pensamento e da percepção, e não o seu fundamento, explicação ou causa final. Para o filósofo David Chalmers, o “problema difícil da consciência” consiste em elucidar cientificamente a experiência direta e fenomenologicamente qualitativa - a percepção dos *qualia*. A contemplação do azul do céu ou do mar não se define pelo “teatro cartesiano” de Daniel Dennett (para quem a consciência é mera ilusão), com homúnculos dentro de homúnculos numa regressão infinita. Assistir ao nascer do sol não é só uma experiência visual, mas um intrincado campo estético de significados e interpretações muito além da imagem mental e correspondentes padrões neuronais que o cérebro eventualmente utilize como representação dessa imagem.

## 2. Computabilidade

Em 1949, num texto intitulado *Será que os electrões pensam?*, Erwin Schrödinger atualizou, à luz da física contemporânea, um antiquíssimo dilema da filosofia ocidental: “*Será que os nossos corpos e os corpos dos animais são máquinas que agem por necessidade, de acordo com a sua constituição material e sobre a influencia material do ambiente, incluindo as impressões nos órgãos sensoriais?*”. Resumindo, será que somos autómatos? Na Grécia antiga, este problema opôs Leucipo a Lucrécio, entre outros. Para Leucipo, o primeiro físico atômico, nada acontece sem uma causa: tudo decorre da necessidade de alguma razão anterior. O mundo deve pois ser concebido como uma cadeia infinita e estritamente determinista de causas e efeitos. Inversamente, ao introduzir o conceito de *clinamen*, Epicuro e Lucrécio argumentaram que os átomos estão irredutivelmente sujeitos a um princípio de incerteza: numa pequena janela do espaço e do tempo, os seus movimentos são imprevisíveis, ou seja, essencialmente não-mecanicistas, o que em última análise justifica o livre-arbítrio de todos os seres vivos.

Atualmente, considerar o universo e tudo o que ele contém como um computador universal é o dogma essencial da visão científica do mundo. Este paradigma advém do facto de que todas as leis científicas atuais são computáveis, com notável precisão no domínio da física. Isto significa que o comportamento de buracos negros, galáxias, planetas e todos os objetos do mundo macroscópico (incluindo os do quotidiano) obedecem, aparentemente, ao mais estrito determinismo. E o mesmo sucede no mundo subatômico, apesar das constantes confusões quanto à natureza da mecânica quântica: o facto de tornar a realidade probabilística não a torna menos determinista, como se pode constatar na famosa equação de Schrödinger. Como bem alertou David Hume a verdadeira indeterminação nada tem a ver com probabilidades, que são em si mesmas exatas: ao atirar uma moeda dez mil vezes ao ar, está determinado pela lei dos grandes números que aproximadamente metade sairá cara e metade sairá coroa. Inversamente, a verdadeira indeterminação depende de um conhecimento que é intrinsecamente impreciso.

Se tudo funciona como uma máquina e depende dum algoritmo, desde gigantescos clusters de galáxias até às partículas mais elementares, inimaginavelmente pequenas, como pode a vida ou a consciência ter a pretensão ao livre-arbítrio? O facto é que a consciência permanece inexplicada cientificamente, apesar de confinada ao seu último reduto - o cérebro - que é frequentemente apresentado como o “objecto mais complexo jamais encontrado no universo”, contendo tantos neurónios como o número de estrelas na via láctea. A mente humana inventou o computador, mais ainda não inventou um computador capaz de inventar a mente humana.

Assim surge a neurociência computacional, que reconhece desde logo que todo o mundo exterior, tal como se apresenta à nossa consciência, nada mais é que um produto do cérebro, e não uma realidade “objectiva” (pois a essa só a ciência teria acesso). O cérebro nada vê e nada ouve, permanecendo em escuridão total e silêncio absoluto dentro do crânio. Os sinais captados pelos órgãos sensoriais são convertidos em sinais electroquímicos a ser interpretados pelo cérebro, e é com base nestes sinais que é construída, no interior do cérebro, uma representação mental, ou modelo, do mundo. Na realidade material e objectiva não existem sons, cores ou cheiros. Todas essas percepções são construções mentais e ilusórias, pois não há nada na definição física de uma onda de pressão acústica que a torne audível, nem nada numa onda electromagnética que a torne visível.

Tal como argumenta Rupert Sheldrake, aceitar a concepção científica atual significa aceitar que o nosso verdadeiro crânio se encontra para lá do horizonte, além do céu e das estrelas, tal como se apresentam aos nossos olhos. Se toda a nossa percepção é nada mais que um modelo do mundo construído pelo cérebro e que se encontra no seu interior, então as imagens de montanhas ou estrelas distantes que observamos estão dentro da nossa cabeça, o que significa que o nosso verdadeiro crânio está espacialmente mais distante do que todas as imagens que podemos observar. Esta conclusão está em profunda contradição com as percepções provenientes dos órgãos sensoriais, mas o paradoxo é rapidamente ignorado denunciando a ilusão da percepção e da consciência face à “verdade” científica e objectiva.

Residualmente, encontramos dissidentes de peso no interior da própria ciência no que se refere à computabilidade da mente. Para George Cantor, por exemplo, que abriu à humanidade as portas científicas do infinito, *a essência da matemática reside na sua liberdade*. De forma análoga, o argumento de Lucas-Penrose sobre o teorema de Gödel pretende demonstrar que a mente humana não é uma máquina de Turing, ou seja, não é um computador, pelo menos no que se refere à compreensão da matemática. Não se trata de negar que existam de facto aspectos computáveis na mente, mas de os situar sobretudo no lado inconsciente da psique. São os processos que permitem a compreensão das coisas, a percepção ou em última análise a consciência, que aparecem como não-computáveis ou não-algorítmicos.

Parafraseando William James podemos afirmar que quem acredita no determinismo absoluto não tem razões para defender os seus argumentos, pois tudo aquilo que faz ou diz está completamente pré-determinado. Para quê exercer uma escolha quando não existe, na verdade, liberdade de escolha? Porquê defender uma ideia se a liberdade de pensamento não é autêntica?

Desde Galileu e Newton, as aspirações da ciência retrocederam da tentativa de inteligibilidade do mundo para a inteligibilidade das explicações teóricas do mundo. Quando Newton se apercebeu que ao mover a sua mão deveria estar a mover a Lua, invocando que uma força misteriosa (a gravidade) produzia uma “ação à distância” instantânea - e portanto totalmente contraintuitiva, deve ter sentido a mesma incompreensão que Einstein, ao considerar o “entrelaçamento quântico” e as suas propriedades não-locais, que o levaram a apelidar o fenómeno de “spooky action at a distance”.

O culminar deste retrocesso expressa-se num fundamentalismo que inclui Feynmann ou Richard Dawkins, entre muitos outros, quando nos querem fazer querer que o essencial são os números, ou seja, a confirmação com a maior precisão possível entre as fórmulas matemáticas e as experiências científicas. Toda a interpretação subsecutiva é supérflua, fora do domínio da física e portanto da realidade, devendo ser relegada para a filosofia ou qualquer outra das ciências humanas “não exatas”. Não se trata de forma alguma de uma visão neo-pitagórica, pois para Pitágoras a natureza matemática da realidade implicava a congregação de perspectivas tanto científicas como místicas, incluindo o sentido estético na ordem de todas as coisas – a harmonia das esferas.

O ser humano não é apenas *homo sapiens* (racionalidade), mas também *homo demens* (loucura) e *homo ludens* (jogo), *homo faber* (criação/produção), *homo economicus* (interessado unicamente no lucro) e assim por diante. Se, por um lado, a superespecialização/fragmentação do conhecimento constitui uma das grandes tragédias da era atual, por outro, a redução absoluta de todas as ciências à física é um credo que não possui qualquer base científica sólida, sobretudo devido ao problema do tempo. Além de serem completamente computáveis e deterministas, as leis da física desde Newton a Einstein ignoram que o tempo é direcional, com notável exceção da segunda lei da termodinâmica: todas as leis são reversíveis no tempo. No entanto, tanto a cosmologia como a biologia ou até a sociologia e a antropologia são ciências evolutivas. Negar a veracidade do fluir temporal é negar um dos factos mais incontestáveis da vida de um ser humano e da sua observação direta do funcionamento do mundo. O aparecimento e desenvolvimento da vida na terra e de todas as civilizações, a experiência individual e até a organização dos sons em música, são processos irreversíveis, cuja reversibilidade temporal levanta imediatamente os mais absurdos paradoxos.

Apesar de ninguém ainda ter descoberto como passar da química à bioquímica, ou seja, como replicar a origem da vida, acredita-se que a biologia seja redutível à física. Apesar do fenómeno da consciência permanecer um absoluto mistério, acredita-se que a psicologia seja redutível à biologia, e consequentemente à física. No entanto, aplicando o princípio denominado como a *Navalha de Occam*, parece muito mais lógico e provável que a física se veja obrigada no futuro a incorporar a direção temporal no âmago das suas equações, do que a biologia ser obrigada a fazer da teoria da evolução de Darwin um processo reversível, ou que a psicologia, a história, a sociologia, a antropologia, ou a filosofia concluam que o tempo é circular e reversível, e que não há qualquer diferença entre o passado e o futuro. Um dos cientistas mais relevantes nesta mudança de paradigma, tanto na física como na química, foi Ilya Prigogine, para quem a ilusão da reversibilidade do tempo advém de um foco quase exclusivo nos fenómenos em equilíbrio, como o movimento de um pêndulo ou as órbitas dos planetas em torno do sol. Longe do equilíbrio, através de “estruturas dissipativas”, uma nova ordem emerge do caos. Trata-se de uma autêntica “segunda revolução copernicana” da qual, infelizmente, apenas uma minoria da comunidade científica se apercebeu.

Ao refletir sobre a habitual metáfora espacial entre mundo interior (ou mental) e exterior (físico), o filósofo Alfred North Whitehead concluiu tratar-se de um erro. Numa perspectiva não distante de Bergson, Whitehead defendia que a metáfora não deveria ser espacial, mas temporal. Fundamentalmente, os eventos do espaço-tempo envolvem durações, e não instantes. Situada no limite-“futuro” da duração de um evento, a mente apresenta-se como um conjunto de possibilidades irrealizadas (e não irrealizáveis), atuando na realidade através de processo retro-causal, ou seja, onde o futuro influencia o passado. Situada no limite-“passado” da duração de um evento, a matéria está sujeita às habituais leis causais e deterministas, onde o passado determina o futuro.

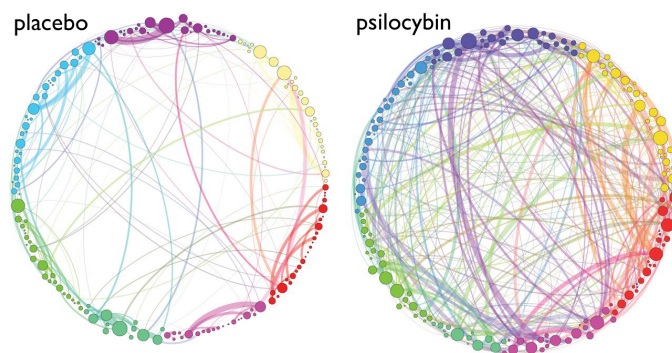
O determinismo, em física, apoia-se pois na negação do tempo. Já em biologia, como esta perspectiva é indefensável face à teoria da evolução darwiniana, a hipótese mecanicista da natureza e da vida manifesta-se na presente hegemonia da genética e da biologia molecular. Parafrazeando o biólogo evolutivo Richard Dawkins, os seres vivos são nada mais que algoritmos que se copiam a si próprios, existindo acima de tudo em função da imortalidade dos seus genes. Um elefante é no essencial uma máquina de auto-replicação, que apenas incidentalmente produz as características que o distinguem de todos os outros organismos vivos, conhecidas como “elefante”. A descoberta do código genético, ou seja, das bases materiais da hereditariedade, foi extraordinária por provar a estreita relação entre todos os seres vivos no planeta terra, mas deixa-nos na completa escuridão quanto à unicidade de cada experiência e de cada forma de existência. Diferenças quase infinitesimais no ADN correspondem claramente a mundos psíquicos absolutamente díspares.

Já no séc XXI, certos resultados da neurofisiologia foram apresentados como provas irrefutáveis do determinismo absoluto. Segundo as experiências realizadas, os centros motores do cérebro humano são ativados antes da vontade de pegar num objeto. Por exemplo: antes de um ser humano decidir pegar num copo de água, foi detectada atividade no córtex motor. Apesar de todo o alarido, esta experiência nada prova, pois durante todo o dia caminhamos e movemo-nos pelo mundo sem que o pensamento consciente determine a ação de cada um dos músculos. E mesmo que todas as nossas decisões já tenham sido realmente tomadas no inconsciente antes de aflorar à consciência, isso não prova que sejam intrinsecamente computáveis, ou algorítmicas.

A ilusão da computabilidade nasceu num mundo onde vivemos rodeados de máquinas, algoritmos e automatismos, frequentemente classificados como “inteligência artificial”. O futuro será sem dúvida biotecnológico, mas não será com o conhecimento ou a visão científica atual que construiremos máquinas capazes de pensar, sentir ou agir como um ser vivo.

É indubitavelmente extraordinário que se tenha construído o CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear) - o instrumento científico mais caro jamais inventado pela humanidade, onde se testam os limites da matéria e da energia - ou que se tenham investido muitos milhões no PGH (Projeto Genoma Humano), que procura sequenciar, um a um, todos os genes que codificam as proteínas do corpo humano. Mas pense-se nos potenciais efeitos que um orçamento desta envergadura teria se utilizado nos denominados “estudos da consciência”, incluindo os seus diversos ramos, hipóteses e previsões. (exemplo: a teoria Orch-OR de Roger Penrose e Stuart Hameroff).

Um dos exemplos clássicos do obscurantismo vigente foi a proibição, durante mais de cinquenta anos, de estudar cientificamente uma droga como o LSD, que nos anos 50 e início de 60 provocou uma revolução na psicologia e psiquiatria comparável à “divisão do átomo” em física, como atesta a literatura científica da altura. Por exemplo, um tratamento com LSD demonstrou ser igual ou melhor que todos os métodos da medicina atual na cura do alcoolismo grave, conseguindo resultados imediatos após uma única utilização. É inconcebível a passividade e convívência dos cientistas de todas as áreas quanto a este obscurantismo, pois significa que aceitam que determinados “estados da matéria” - alguns das quais emergem naturalmente, sem intervenção humana, e outros são até produzidas pelo próprio corpo humano - estão fora do âmbito da ciência porque o direito e a jurisprudência dos estados assim o determina.



**Figura 1: Comparação das conexões entre as áreas do cérebro, no caso de um placebo e sob o efeito da psilocibina**

( Petri et al. J.R. Soc. Interface 11: 20140873 <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2014.0873> )

A anestesia, os “estados alterados” de consciência (provocados tanto por substâncias químicas como pela música) são, potencialmente, territórios privilegiados no estudo da psique e das suas dimensões não-algorítmicas. A imagem acima representa os resultados de um estudo publicado em 2014 por Petri, Expert, Turkheimer, Carhart-Haris, Nutt, Hellyer e Vaccarino onde se demonstra que a psilocibina – o princípio ativo contido nos cogumelos mágicos – provoca nos padrões cerebrais funcionais um enorme aumento quanto à conectividade de diferentes áreas, através da emergência de muitas estruturas transientes de baixa estabilidade, e algumas mais persistentes: todas elas completamente novas relativamente ao funcionamento normal do cérebro. Foi a primeira vez na história da neurociência que se estudou as reações cerebrais a um alucinogénio.

### 3. Biologia quântica

Numa visão conservadora da biologia, a vida deve resumir-se às leis da física clássica, uma vez que: 1) a relatividade de Einstein só se aplica nos casos em que a massa é muito grande ou a velocidade muito elevada. 2) os seres vivos são demasiados “quentes, confusos e ruidosos” para que qualquer processo de “coerência quântica” possa emergir a nível macroscópico.

No entanto, já em 1944 Erwin Schrödinger havia sugerido no seu livro *O que é a Vida?*, que certos processos da física quântica poderiam desempenhar um papel fundamental nos organismos biológicos, particularmente nos que se referia às bases materiais da hereditariedade. Um dos seus argumentos era que a precisão astronómica da hereditariedade não seria fácil de explicar usando apenas a física clássica. Profetizava assim, corajosamente, o nascimento da biologia quântica. Mais de setenta anos depois de Schrödinger, o cientista Johnjoe McFadden resumiu desta forma alguns dos aspectos da biologia quântica atual:

- 1) *Magnetorecepção em pássaros* (candidato principal)
- 2) *Ação de enzimas* (confirmado no fim da década de 1980)
- 3) *Fotossíntese* (confirmado e solidamente estabelecido)
- 4) *A percepção olfativa* (especulativo)
- 5) *Mutações no ADN* (questão em aberto)
  
- 6) Conexões com o cancro
- 7) Conexões com a origem da vida (muito especulativas)
- 8) Conexões com a natureza da consciência

Em primeiro lugar convém recordar que, ao contrário do que acreditam alguns biólogos quânticos, o mundo não se reduz à mecânica quântica, pois ela é auto-contraditória e incompatível com a relatividade geral de Einstein. Só poderemos afirmar que toda a matéria é realmente composta de ondas e partículas quânticas quando essa visão for coerente com as observações do mundo “clássico” e macroscópico.

Em segundo lugar convém lembrar, para além do já mencionado “paradoxo da medição”, alguns dos aspectos mais estranhos ou contraintuitivos da teoria quântica (quando comparados com o “senso comum”) mas que provaram cientificamente ter influência em organismos biológicos:

- 1) Dualidade onda/partícula (e Princípio da Incerteza)
- 2) Efeito túnel (ou tunelamento quântico)
- 3) Não-localidade e Entrelaçamento: conexão imediata ou instantânea entre partículas a grandes distâncias.

Concretamente, desde 2006 começou a estudar-se a fotossíntese em plantas, concluindo-se que depois de absorver um fóton de luz, este é convertido numa onda, o que permite alcançar o centro reacional fotossintético mais eficientemente. Se não fosse uma onda, mas uma partícula, o fóton perderia a energia antes de atingir o centro reacional, e nunca poderia dar origem a hidratos de carbono.

Também o tunelamento quântico parece estar demonstrado para o caso da ação de enzimas, particularmente no que se refere a electrões. Sem enzimas, o metabolismo dos seres vivos seria impossível, o que significa que se o tunelamento quântico é importante para as enzimas então ele é absolutamente essencial para a vida. Tunelamento quântico significa que, devido à incerteza inerente à posição e momento de uma partícula, ela possa atravessar barreiras aparentemente inultrapassáveis, como se um ser humano fosse capaz de atravessar paredes ou portas. Apesar de contraintuitivo, é este fenómeno que permite que o Sol brilhe, caso contrário os fótons estariam aprisionados no seu interior, e não poderiam escapar para o espaço sideral. O facto que o sol brilha é um dos poucos fenómenos macroscópicos conhecidos (para além da vida), onde propriedades da mundo quântico são diretamente responsáveis por aquilo que se observa no mundo “clássico”.

Quanto aos efeitos de não-localidade e entrelaçamento, é plausível que existam, por exemplo, nos olhos dos pássaros, auxiliando a constituição de bússolas magnéticas que permitem a detecção do campo magnético do planeta. Esse “órgão sensorial” parece ser fundamental para compreender as fabulosas migrações de muitas aves, e seria inexplicável sem algum tipo de entrelaçamento quântico.

Em qualquer dos casos, o argumento que defende que nos organismos biológicos não pode existir nenhuma coerência quântica, por seres demasiado “quentes, confusos e ruidosos” está definitivamente afastado. Apesar dos seres humanos apenas terem conseguido construir computadores quântico a temperaturas perto do zero, a evolução darwiniana teve muitos milhões de anos para explorar estes processos. Nomeadamente, encontram-se na fotossíntese que ocorre no interior de árvores e plantas de todo o planeta, a temperaturas perfeitamente vulgares para a superfície terrestre.

O que imediatamente se destaca é que, ao contrário da quase totalidade dos fenómenos macroscópicos da matéria “inerte” e “inanimada” que nos rodeia, a vida possui raízes que se estendem até ao nível quântico. As consequências desta observação extraordinária estão ainda na sua infância, mas o que é indubitável é que a biologia necessita efetivamente da física quântica.

As conexões entre a consciência e a mecânica quântica permanecem altamente especulativas, sendo um dos melhores candidatos a já mencionada teoria Orch-OR de Roger Penrose e Stuart Hameroff. (Orch-OR: Orchestrated Objective-Reduction). Nesta teoria, o “colapso da função de onda”, ou a “redução de estado” (que deu origem à “interpretação de Copenhaga” e “dos muitos mundos”, entre outras), é compreendida como a causa de elementos de “proto-consciência”. Uma sobreposição de estados – por exemplo, a sobreposição espacial de uma partícula - não significa a abertura de uma caixa de pandora de onde saltam universos, pois essa sobreposição possui teoricamente um tempo finito de decaimento, que é espontâneo. Para uma molécula comum, esse tempo é tão longo, que não é observável, enquanto que numa pedra é quase instantâneo. Trata-se mais de uma tentativa de integrar a relatividade de Einstein na mecânica quântica do que o inverso: alterar por completo a relatividade para que obedeça às leis da física quântica, como nas teorias de gravidade quântica. A “redução do estado” é objectiva (OR: objective reduction), no sentido em que é espontânea, e portanto não existe, como pensam muitos físicos, apenas na “mente subjetiva” dum observador. Quando estes elementos de “proto-consciência” são organizados ou “orquestrados” no cérebro (Orch-OR: Orchestrated OR), a consciência emerge. A convicção fundamental é que os elementos “proto-conscientes” são processos não-algorítmicos, não-computáveis ou não-mecanicistas, escapando portanto a todas as leis conhecidas da física.

Os fundamentos físicos da teoria provêm de Penrose, enquanto que as estruturas biológicas onde o processo de “orquestração” poderia ocorrer foram propostas por Hameroff. Para este cientista, é um erro tentar descrever a consciência ao nível de neurónios e sinapses, precisamente porque as transmissões sinápticas são demasiado grandes para o mundo quântico. Assim, Hameroff propôs que seriam os microtúbulos existentes no interior dos neurónios os “computadores quânticos” necessários ao processo de “redução objectiva” (OR). Uma das frequências ressonantes dos microtúbulos situa-se na zona dos ultrassons (mega hertz), que já demonstraram já ter efeitos no cérebro dos animais, electrofisiologicamente e em termos de comportamento. Hameroff acredita que os ultrassons fazem vibrar os microtúbulos, tornando-os mais ativos, com consequências para neurónios individuais enquanto desenvolvem axões e dendrites. Ao testar os possíveis efeitos de ultrassons transcranianos na consciência, Hameroff concluiu que uma exposição a um som de 8 MHz durante 15 s produz uma melhoria da disposição ou estado de espírito durante 40 minutos, quando comparado com um placebo.

Enquanto anestesista, Hameroff argumenta ainda que uma das pistas da consciência são ondas cerebrais de 40 hz, uma vez que essa frequência é removida perante todo e qualquer anestésico. Numa proposta recente, Penrose argumenta que estes 40 hz podem ser batimentos de frequências mais elevadas, o que sugere uma intrigante coerência entre a consciência, o som e a música.

#### **4. Biomúsica e Biomusicologia**

Para o cientista Anirban Bandyopadhyay, a consciência é nada mais que uma manifestação da “música da natureza”, resultando duma rede de vibrações que governam o interior de todos organismos vivos. Numa conferencia intitulada “*Onde existe a música?*”, Bandyopadhyay argumenta que “*o universo é um fractal autossimilar não na forma, mas na informação (temporal), sendo a consciência a sua música*”.

Para que possamos ouvir um som entre os 20 e os 20000 hertz, os neurónios do nosso cérebro necessitam de operar a velocidades superiores (na ordem dos kilohertz, ou milissegundos). Mas para que isso aconteça são disparadas proteínas no interior de cada neurónio em frequências ainda maiores (na ordem dos megahertz, ou microssegundos). E cada proteína depende internamente de centenas de interruptores e outros processos ainda mais velozes (na ordem dos gigahertz, ou nanossegundos). Teoricamente, esta linha de pensamento poderia ser estendida até ao limite entre o mundo “clássico” e o mundo quântico. Para que a percepção ocorra, o fundamental é que estes relógios recursivamente interiores a outros relógios (e.g. o relógio dos neurónios, o “relógio das proteínas; etc”) estejam todos sincronizados. Existe um ritmo dentro de um ritmo dentro de um ritmo...

Bandyopadhyay, que comprovou a existência de frequências de ressonância nos microtúbulos (o que é coerente com a teoria de Penrose e Hameroff), recorda ainda inúmeros outros ciclos do corpo humano: (e.g. 14 dias: as células da pele são substituídas; 17 meses: um novo rim; 2 anos: ossos novos; 50 anos: 50% das células do coração são substituídas). Todos estas durações são orquestradas com a maior precisão, tal como numa peça musical. A nível externo encontramos o ritmo circadiano (~ 24 horas), que é a base do ciclo biológico de quase todos os seres vivos, comprovando inequivocamente que os ritmos internos da vida se encontram sincronizados com os ritmos do planeta e do sistema solar, que por sua vez dependem dos ritmos da galáxia, etc. (um ano galáctico é o tempo que o sistema solar leva a percorrer uma órbita em torno do centro da galáxia; o sistema solar tem cerca de 20 anos galácticos, e a via láctea perto de 54). É neste sentido que Bandyopadhyay apresenta uma teoria fractal do tempo, (eleito o elemento mais estrutural da consciência e da percepção), e elimina o determinismo mecanicista - uma vez se estende às fronteiras desconhecidas entre o mundo clássico e o mundo quântico.

No tradicional dualismo cartesiano, matéria e pensamento são absolutamente distintos (*res extensa / res cogitans*), o que corresponde, na música, à distinção entre “som científico” (que obedece às leis da acústica mecanicista e é completamente inaudível, pois não supõe um observador ou um tipo de escuta), e “som enquanto percepção” (abordado pela psicoacústica). Quando um som é produzido sem que exista por perto um sistema auditivo capaz de o perceber, tudo se resumiria ao “som científico”, permitindo concluir que a natureza seria, em si mesma, silenciosa.

No entanto, existe pelo menos um elemento (o tempo), que pertence tanto ao mundo da ciência como ao da percepção, unificando “som enquanto onda de pressão acústica” e “som enquanto *qualia*”. Como defende K. Stockhausen, toda a música consiste em relações temporais, e as áreas da percepção sonora (timbre, altura, ritmo ou forma) correspondem simplesmente a escalas temporais diferentes. Concorrentemente, não são os sons que existem no tempo, mas é o tempo que nasce e existe em cada som. Fazendo um paralelo com a biologia, verificamos que todos os ritmos internos não são mais que relações temporais. Se os átomos que nos constituem se vão renovando, então não devemos pensar a vida como a matéria de que somos feitos, mas como uma onda que percorre o nosso corpo, fazendo vibrar todas as estruturas, dos ossos às proteínas, e assim organizando um intrincado e recursivo sistema de ritmos dentro de outros ritmos.

O som existe em todas as escalas, desde o murmúrio quase inaudível dos átomos, até ao grito longínquo de clusters de galáxias. Recentemente, foi descoberto que até o espaço sideral em si não é silencioso. Por exemplo, quando dois buracos negros colidem e se juntam, a quantidade de energia é tal que o próprio espaço-tempo “ressoa como um tambor”, como afirma a astrofísica Janna Levin. Não podemos ver um buraco negro, mas podemos ouvi-lo. As denominadas “ondas gravitacionais”, previstas pela teoria da relatividade geral de Einstein em 1916 e confirmadas em 2016 pelas equipas LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) e VIRGO, representam um novo “órgão sensorial” – à escuta de sons nunca antes navegados.

Subordinada à visão computacional, a neurociência cognitiva da música estuda, sobretudo ao nível dos neurónios e sinapses, os mecanismos cerebrais subjacentes à audição, performance ou composição musical. A audição envolve redes neuronais em grande escala: córtex pré-frontal, córtex motor, córtex auditivo, córtex visual, cerebelo, hipocampo, amígdala, núcleo accumbens, corpo caloso, sistema nervoso autónomo, sistema vestibular e sistema nervoso entérico, etc. Em suma, ativa a totalidade do cérebro. Mas o que se passa no interior de cada um dos 86 mil milhões de neurónios?

Para David Bohm, a “ordem implícita” seria uma ponte comum entre pensamento e matéria, dependente dum universo visto como um todo indivisível, ou seja, que não pode ser analisado em componentes que interagem e existem separadamente. Bohm alerta para aquilo que une as duas teorias físicas principais (relatividade e mecânica quântica), nomeadamente, os aspectos reveladores do holismo ou totalidade do universo: Em Einstein: 1) a relatividade dos conceitos de espaço e tempo; 2) a existência de um “campo universal”, dinâmico, num constante fluir – o campo gravitacional. Na mecânica quântica, para além da não-localidade e do entrelaçamento, o fundamental é que um processo quântico é indivisível enquanto tal: não pode ser dividido sem deixar de ser aquilo que é.

No extremo oposto, Steven Pinker classificou a música como “cheesecake” auditivo, o que significa que não lhe atribui nenhum papel na evolução biológica da humanidade, (e muito menos de outras espécies), sendo apenas um subproduto da evolução. Pinker argumenta que a música apenas surgiu depois da linguagem, o que parece profundamente contraditório com todas as expressões sonoras do mundo animal, muitas das quais permanecem inexplicadas sob os pontos de vista da comunicação (estudos etológicos), ou da natureza acústica (estudos anatómicos e psicológicos).

Será que todos os sons que ouvimos existem apenas na nossa mente, no interior do cérebro? Ou será que o “som como percepção” se encontra no limite entre a consciência e a imaginação? Entre uma consciência que sonha com o mundo inteiro, e um mundo que sonha uma consciência?

## 5. Bibliografia e Webliografia

- \* Bandyopadhyay, A. *Where does music exist?* 2014 <[https://www.youtube.com/watch?v=N5\\_fhlEmJI8](https://www.youtube.com/watch?v=N5_fhlEmJI8)>
- \* Bohm, D. *Wholeness and the Implicate Order*. Routledge 2002
- \* Hameroff, S., Penrose, R.; *Consciousness in the universe: a review of the “Orch OR” theory*. Physics of Life Reviews, 2014
- \* McFadden, J. *Does Biology Need Quantum Mechanics?* 2014 <<https://www.youtube.com/watch?v=6jWNohihsMk>>
- \* Levin, J. *Black Hole Blues and Other songs from Outer Space*. Knopf 2016
- \* Penrose, R. *The Emperor’s New Mind: Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics*. Oxford University Press, 2002
- \* Petri et al. *Homological scaffolds of brain function networks*. Journal of the Royal Society Interface, 2014
- \* Russell, B. *A History of Western Philosophy*. Simon & Schuster/Touchstone. 1967
- \* Schrödinger, E. *What is life?* Cambridge University Press. 2012
- \* Schrödinger, E. *Do Electrons Think?* 1949 <<https://fedora.phaidra.univie.ac.at/fedora/get/o:168238/bdef:Asset/view>>