

Reabilitação Cognitiva e Neuromodulação

Relatório de Unidade Curricular

Nuno Barbosa-Rocha

Universidade de Évora, 2024

*Relatório sobre uma unidade curricular submetido, nos termos da alínea b),
do artigo 5º, do Decreto-Lei nº 239/2007 de 19 de Junho, para cumprimento do
disposto legal referente à admissão a Provas de Agregação em Ciências e
Tecnologias da Saúde e Bem-Estar – Especialidade em Ciências da Saúde e
Bem-Estar, na Universidade de Évora.*

Índice

Introdução	3
1. Enquadramento no Programa de Mestrado em Saúde Translacional e na Instituição do Ensino Superior.....	14
2. Objetivos de aprendizagem e conteúdos programáticos	18
3. Planificação da Unidade Curricular	21
4. Metodologias de ensino e de aprendizagem	25
5. Avaliação.....	27
Referências bibliográficas recomendadas para a Unidade Curricular	29
Referências de suporte ao Relatório	31



Introdução

De harmonia com o disposto na alínea b) do artigo 5º do Decreto-Lei nº 239/2007, de 19 de junho, é apresentado um relatório sobre uma unidade curricular no âmbito do ramo do conhecimento ou especialidade em que são prestadas as Provas de Agregação. O presente relatório tem por objeto a nova unidade curricular de Reabilitação Cognitiva e Neuromodulação. Esta unidade curricular integra o segundo semestre do primeiro ano do recém-criado Mestrado em Saúde Translacional da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto (ESS | P.PORTO), que foi acreditado pela Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior (A3ES) por um período de 6 anos, para ter início do ano letivo 2024/2025. Trata-se de uma unidade curricular que tem por base a experiência do docente de quase 20 anos nessa área do conhecimento, os trabalhos de investigação efetuados e em curso, bem como a existência de um grupo de investigação em neurociências pré-clínicas e translacionais no Centro de Investigação em Saúde Translacional e Biotecnologia Médica, que integra a Rede de Investigação em Saúde (RISE-Health), e as recomendações postuladas por documentos e instituições de referência.

Esta unidade curricular foi proposta para dar resposta à crescente procura de formação específica nessa área por parte dos profissionais de saúde, particularmente da área da reabilitação, em métodos de reabilitação das alterações cognitivas e da cognição social decorrentes de lesão cerebral ou de doença mental. De facto, a tendência para o aumento das doenças crónicas relacionadas com o estilo de vida e da prevalência das doenças mentais, bem como o envelhecimento da população, têm vindo a criar a necessidade de novas competências nos vários profissionais de saúde que lhes permitam abordar de forma mais eficaz as alterações nas funções cognitivas e da cognição social que se observam em diversas condições de doença. As doenças mentais e as doenças neurológicas estão entre as causas mais importantes de incapacidade no mundo ocidental, sendo que Portugal segue essa tendência (World Health Organization, 2020). As alterações das funções cognitivas e da cognição social são uma causa importante de incapacidade em diferentes condições de doença, incluindo a lesão cerebral adquirida (sobretudo o acidente vascular encefálico e o traumatismo crânio-encefálico), as doenças neurodegenerativas e as doenças mentais. Este tipo de alterações persiste mesmo nos doentes neurológicos após a lesão neurológica adquirida (Ruet et al., 2019; Turunen et al., 2018),



nas doenças neurodegenerativas (Benedict et al., 2020; Weintraub et al., 2020), e nas pessoas com doença mental que se encontram em remissão sintomatológica (Hammar et al., 2022; McCleery & Nuechterlein, 2019; Van Rheenen et al., 2020), contribuindo para a diminuição da funcionalidade e da qualidade de vida. Além disso, há diversas populações em risco de declínio ou perda das capacidades cognitivas. Assim, é fundamental o desenvolvimento de intervenções específicas que visem a prevenção, recuperação e/ou compensação das alterações da cognição e da cognição social.

Iniciamos esta unidade curricular com uma clarificação sobre o que entendemos ser reabilitação cognitiva, mais precisamente sobre a diferença e a relação com outras designações aparentemente semelhantes, como treino cognitivo, treino mental e estimulação cognitiva. Abordamos ainda a noção mais abrangente de reabilitação neuropsicológica que, partilhando semelhanças com o conceito de reabilitação cognitiva, é mais abrangente no seu âmbito de aplicação.

Consideramos particularmente úteis as seguintes definições de reabilitação cognitiva:

- “Serviços de atividades terapêuticas, sistemáticos e dirigidos à melhoria da funcionalidade, que são baseados na avaliação e na compreensão dos défices na relação entre o cérebro e o comportamento do doente” (Cicerone et al., 2000; p.1596-1597).
- “Intervenções de reabilitação específicas concebidas para abordar os problemas no processamento mental que estão associados a doenças crónicas, lesões cerebrais, ou traumas, tais como acidentes vasculares cerebrais. A reabilitação cognitiva pode incluir a reaprendizagem de capacidades mentais específicas, o reforço de capacidades não afetadas, ou a substituição de novas capacidades para compensar as perdidas” (American Psychological Association, 2015; p.206).

Já a reabilitação neuropsicológica tem como objetivo “capacitar pessoas com défices cognitivos, emocionais e comportamentais para alcançarem o seu potencial máximo nos domínios de funcionamento psicológico, social, de lazer e vocacional” (Wilson, 2009; p.xi). No dicionário da APA (American Psychological Association, 2015) encontramos a seguinte definição de reabilitação neuropsicológica:

“Área de especialidade que estuda e trata das perturbações cognitivas, comportamentais, emocionais e sociais dos indivíduos na sequência de acidentes vasculares encefálicos,

traumatismo craniano, lesões da espinha medula, bem como outras condições que envolvem lesão neurológica. O objetivo dos neuropsicólogos de reabilitação consiste em otimizar a saúde, a independência e a qualidade de vida dos seus clientes através de:

- a) avaliação das suas funções executivas e de outras habilidades através da observação do comportamento e da administração de instrumento de avaliação (e.g., testes neuropsicológicos);
- b) prover treino cognitivo e outras intervenções clínicas para facilitar a reaquisição ou substituição de competências;
- c) Treinar e educar outros profissionais envolvidos no tratamento dos clientes;
- d) Participar no desenvolvimento de políticas públicas e de outros programas, em benefício dos seus clientes; e
- e) Defender em lugar dos seus clientes (e.g., companhias de seguros).

Este campo é interdisciplinar por natureza, tendo relevância para outras áreas como a psicologia comunitária, psicologia clínica, psicologia do aconselhamento, psicologia da saúde, neurologia e psiquiatria.”

Assim, enquanto a reabilitação cognitiva se debruça sobre a abordagem aos défices cognitivos propriamente ditos, o que é o foco maior desta unidade curricular, o conceito de reabilitação neuropsicológica torna-se mais abrangente no sentido em que pode abordar outros aspectos, como as alterações emocionais e comportamentais, decorrentes do surgimento de uma lesão cerebral.

Uma vez que a reabilitação cognitiva é mais abrangente do que a realização de exercícios cognitivos, devem ser consideradas as seguintes abordagens de reabilitação cognitiva (Cicerone et al., 2000):

1. Reforçar, fortalecer ou restabelecer os níveis cognitivos anteriores e os padrões prévios de comportamento – trata-se de uma abordagem restaurativa, dirigida à recuperação ou reaprendizagem de capacidades cognitivas específicas que tenham sido afetadas;
2. Estabelecer novos padrões de atividade cognitiva através de mecanismos cognitivos compensatórios para os sistemas neurológicos incapacitados (estratégias) – trata-se de uma abordagem que visa o estabelecimento de padrões alternativos de atividade



- cognitiva, baseadas na utilização e fortalecimento de capacidades cognitivas intactas ou no treino de estratégias mentais que ajudem a superar os défices cognitivos existentes;
3. Estabelecer novos padrões de atividade através de mecanismos compensatórios – trata-se da utilização de suportes externos de compensação de défices cognitivos;
 4. Apoiar a adaptação à dificuldade cognitiva existente para melhorar a funcionalidade, sobretudo não sendo possível modificar diretamente ou compensar os défices cognitivos.

Serão revistos os modelos de reabilitação que oferecem o melhor suporte às opções terapêuticas. De acordo com Caramazza (2019; p.382), não é suficiente “*conhecer a localização provável de um déficit não é suficiente para especificar uma estratégia terapêutica*” nem sequer é suficiente conhecer “*uma teoria da estrutura do sistema lesionado*”. Os modelos de funcionamento cognitivo podem apoiar a compreensão de determinada disfunção cognitiva, mas são mais insuficientes quando se trata de indicarem de que forma pode ocorrer a reabilitação. Para esse efeito é fundamental uma teoria das formas como um sistema lesionado pode ser modificado em sequência de formas particulares de intervenção (Caramazza, 1989; Hillis, 1993). Além disso, as teorias que baseiam a reabilitação devem ser capazes de dotar os terapeutas de uma grande flexibilidade dado o carácter individual e único da apresentação de sintomas e de incapacidades de cada cliente, algumas vezes apresentando lesões nas mesmas áreas cerebrais gerais.

Será ainda realizada uma abordagem aos modelos comportamentais, que se têm revelado particularmente uteis na reabilitação neuropsicológica (Wilson et al., 2003). As intervenções de reabilitação cognitiva e da cognição social baseadas em princípios comportamentais permitem fazer aproximações sucessivas ao comportamento alvo (*moldagem*), extinguir comportamentos problemáticos, utilizar pistas de forma intencional, reforçar comportamentos adaptativos, entre outros. Além disso, a abordagem comportamental oferece pelo menos outras três importantes vantagens. Primeiro, a definição de objetivos concretos desde o início da intervenção, associados à funcionalidade da pessoa, que podem ser efetivamente monitorizados ao longo do processo de reabilitação. Em segundo lugar, a intervenção pode ser dirigida aos aspetos mais funcionais do desempenho do cliente em vez de apenas à capacidade cognitiva de forma geral. Por exemplo, alguns domínios cognitivos avaliados por testes

neuropsicológicos, não sendo desprezíveis pelo facto de oferecerem um quadro mais completo dos pontos fortes e fracos, dificilmente podem ser abordados diretamente numa intervenção (e.g., inteligência). Pelo contrário, a incapacidade funcional descrita de forma comportamental pode ser abordada diretamente. Por fim, a avaliação torna-se mais compreensiva e descriptiva, ao invés de apenas classificativa.

Os modelos de aprendizagem serão também abordados. Aqui, será dada enfase à aprendizagem sem erros (*errorless learning*) e à generalização das aprendizagens. A aprendizagem sem erros diz respeito às vantagens de aprender de forma gradual, com ajustes à tarefa e com a utilização de pistas, diminuindo as possibilidades de se codificar um erro na aprendizagem de uma nova tarefa ou competência, como pode acontecer na abordagem concorrente de *tentativa e erro* (*trial and error*). Esta abordagem tem sido amplamente utilizada no âmbito da reabilitação cognitiva em certas condições de problemas cognitivos (Middleton & Schwartz, 2012), designadamente alterações da memória. Assim que o novo comportamento é aprendido, as pistas e os apoios são gradualmente removidos, procurando-se o aumento gradual da autonomia.

A generalização e a transferência são conceitos que se prendem com o uso de aprendizagens anteriores em novos contextos ou com a forma como as aprendizagens mais remotas podem afetar as novas aprendizagens e o desempenho. No contexto da reabilitação cognitiva trata-se da transferência das aprendizagens feitas no contexto do tratamento para os restantes contextos (Geusgens et al., 2007). A generalização e a transferência são fundamentais, sobretudo porque é impossível que os terapeutas consigam treinar os seus pacientes a lidarem com todos os desafios, dificuldades e tarefas que podem surgir na vida diária. Não obstante a sua importância, o que é facto é que o processo de generalização continua a ser um domínio da reabilitação cognitiva com muitas incertezas no que diz respeito às estratégias mais adequadas. Para se conseguir promover a generalização, são utilizadas diferentes abordagens, como o treino de estratégias cognitivas para serem utilizadas em novos contextos e novas tarefas, a utilização de pistas ambientais e apoios, e a ligação da intervenção à definição de objetivos e às atividades significativas.

Neste domínio, importa clarificar a diferença entre transferência próxima e mais distal (*near vs. far transfer*), que se relaciona com a maior ou menos semelhança entre a competência aprendida num contexto e a aplicação do comportamento noutra contexto. Na transferência



proximal, a transferência da aprendizagem ocorre de uma tarefa para outra que é muito similar. Na transferência distal, a transferência da aprendizagem da tarefa aprendida é feita para uma tarefa que é muito diferente da tarefa original. No primeiro caso, a transferência que ocorre é específica, i.e., o contexto e o comportamento de treino são idênticos ao contexto de aplicação. No segundo caso a transferência que ocorre é mais geral, i.e., o contexto e o comportamento de treino são diferentes do contexto de aplicação (Tabela 1).

Tarefa de treino: treino da atenção seletiva com procura de uma letra alvo de entre uma série de letras.

Transferência proximal: Melhoria do desempenho numa tarefa de cancelamento em que se deve encontrar uma forma de entre um conjunto de formas diferentes.

Transferência distal: Melhoria do desempenho numa atividade que exige encontrar botões vermelhos de entre um conjunto de vários botões.

Tarefa de treino: treino do reconhecimento emocional com fotografias de faces, com instruções de direcionamento da atenção para os elementos mais salientes de cada emoção facial

Transferência proximal: Melhoria do desempenho numa tarefa computorizada de reconhecimento de emoções, sem serem dadas instruções.

Transferência distal: Melhoria do reconhecimento de emoções numa situação real (e.g., convívio na faculdade, com outros colegas).

Tabela 1. Exemplos de transferência proximal e distal.

No âmbito da reabilitação cognitiva incluímos a reabilitação ou treino da cognição social, que se refere às intervenções psicossociais focadas na reabilitação de défices da cognição social (Horan et al., 2008; Kurtz et al., 2016). A nossa equipa conceptualiza as diferentes abordagens de treino de cognição social da seguinte forma (Campos et al., 2016; Kurtz et al., 2016): 1) Programas Abrangentes (*broad-based programs*), que incluem alguns elementos de cognição social no contexto de outras intervenções psicossociais; 2) Abordagens Compreensivas (*comprehensive approaches*), que abrangem diversas alterações da cognição social, de forma independente em relação a outras intervenções psicossociais; e 3) Intervenções Direcionadas ou Específicas (*targeted interventions*), que abordam apenas um únicos domínio da cognição social.

A reabilitação cognitiva deve ser dirigida a atingir mudanças que melhoram a função cognitiva em áreas que são relevantes para o funcionamento na vida diária. Tem pouco ou nenhum interesse aumentar a capacidade cognitiva, se isso não se traduzir em melhorias na forma como a pessoa interage com o mundo e como realiza as suas tarefas diárias. Da mesma maneira,



treino da cognição social tem como objetivo melhorar a interação social e tornar mais adequada a capacidade de resolução de problemas de natureza social. Nestas abordagens, os domínios de funcionamento emocional e psicossocial devem ser abordados, sobretudo quando isso contribuir para compensar as alterações cognitivas e da cognição social.

Os contextos de aplicação da reabilitação cognitiva e da reabilitação da cognição social são variados e ao longo da unidade curricular serão abordados os principais programas e estratégias baseados na evidência que melhor se adequam às condições de lesão cerebral adquirida, doenças neurodegenerativas e doenças mentais. Sempre que possível serão apresentados protocolos e realizados exercícios que ajudem a concretizar a implementação.

Os principais domínios cognitivos, bem como os efeitos da lesão cerebral adquirida ou de outras condições de doença nesses domínios cognitivos serão apresentados, mas de forma sucinta e muito dirigida para as abordagens de intervenção. De facto, não está no âmbito desta unidade curricular uma revisão comprehensiva das funções cognitivas e das suas alterações. A descrição mais detalhada dos diferentes domínios cognitivos deverá ser abordada noutras unidades curriculares e procurada em manuais específicos (Husain & Schott, 2016; Larner, 2013; Snyder et al., 2006).

A diversidade de estratégias e de contextos de aplicação, bem como a evidência ainda escassa em alguns domínios, tornam esta área do saber particularmente desafiante. Ao mesmo tempo, as oportunidades, os resultados e as possibilidades de inovação tornam-na extremamente promissora. Ao longo da unidade curricular procuraremos debater algumas destas questões, recrutando o recurso ao sentido crítico por parte do estudante.

O primeiro tópico a debater prende-se com o facto de a reabilitação ser eminentemente um domínio de ciência aplicada que depende de modelos oriundos de várias áreas. Esta multidisciplinaridade constitui sem dúvida nenhuma um elemento enriquecedor. Procuraremos apresentar os principais modelos que guiam a reabilitação cognitiva e a reabilitação da cognição social e, sempre que possível, extraír os princípios e abordagens que poderão contribuir para ajudar as pessoas com alterações da sua cognição. Além disso, procuraremos evidenciar a importância do trabalho em equipa e a comunicação interprofissional em equipas multidisciplinares, para além do trabalho com as famílias.

Também as dificuldades metodológicas relacionadas com a investigação clínica na área são um tópico importante de discussão. A diversidade de métodos de intervenção, a heterogeneidade



clínica dos doentes e a variabilidade das medidas de resultados tornam difícil chegar a conclusões definitivas sobre intervenções específicas. Contudo, várias abordagens de intervenção têm acumulado evidência robusta, quer de natureza remediativa, quer de natureza compensatória. Em particular, os programas mais comprehensivos de intervenção parecem ser os que demonstram maior eficácia (Cicerone et al., 2019; Kurtz et al., 2016).

Outro tópico relevante prende-se com a utilização isolada de exercícios de treino cognitivo. Parece-nos importante ultrapassar a ideia de que é suficiente basear o processo de reabilitação unicamente em exercícios de prática cognitiva, por exemplo realizados em frente a um computador, sem qualquer outro elemento de mediação terapêutica ou de interação. Sem dúvida nenhuma que reconhecemos o valor dos exercícios de treino cognitivo para a melhoria do funcionamento cognitivo, como aliás a investigação tem vindo a demonstrar (Jaeggi et al., 2011; Kueider et al., 2012).

Contudo, o treino cognitivo tem efeitos limitados quando se trata de certos défices cognitivos que dificilmente poderão ser recuperados com exercícios. Além disso, a evidência existente, ainda que não sendo conclusiva, sugere que o treino cognitivo apresenta grande limitações do que concerne à generalização (Simons et al., 2016). As abordagens de treino de estratégias cognitivas realizadas de forma conjugada com programas mais alargados de reabilitação e com a mediação de um terapeuta podem ser mais benéficas e ter melhores resultados, sobretudo no que diz respeito à generalização e ao uso de estratégias cognitivas (Bowie et al., 2012; Cella & Wykes, 2019; Wykes et al., 2011). Importa assim transmitir que as abordagens de treino cognitivo e de treino de estratégias cognitivas podem ser benéficas de formas diferentes, em tempos diferentes (curto, médio e longo-prazo) e em diferentes populações, provavelmente recrutando mecanismos cerebrais diferentes.

Queremos também evidenciar que os efeitos não específicos das abordagens de reabilitação cognitiva e de treino da cognição social, como os fatores motivacionais, podem influenciar significativamente os resultados das abordagens de reabilitação e constituir mecanismos diferenciados de recuperação (Huddy et al., 2012). A evidência existente tem vindo a mostrar que os fatores motivacionais e as crenças podem influenciar o sucesso das aprendizagens a capacidade de recrutamento de recursos atencionais e de processamento da informação, através de processos de controlo *top-down* (Mangels et al., 2006). Nesse sentido, será de esperar que o entusiasmo e otimismo do terapeuta, juntamente com a motivação e as expectativas dos

doentes, interfiram nos resultados do processo de reabilitação, pelo que esses fatores deverão ser mobilizados de forma intencional para potenciar a reabilitação (Browne et al., 2019; Seccomandi et al., 2022).

Contudo, deve ser sempre salientado que tal não significa que os efeitos não específicos podem por si mesmos substituir os efeitos específicos. Num estudo realizado por Dickinson et al. (2010), não se registaram efeitos significativos de um treino cognitivo. Os efeitos não específicos, como a interação e o apoio por parte dos terapeutas foi homogéneo entre os grupos experimental e de controlo ativo. Neste estudo, os mecanismos de ação do programa de reabilitação cognitiva não foram considerados eficazes, independentemente do grau de apoio. Noutras palavras, se os métodos de treino não forem eficazes, não há forma de serem compensados por outros fatores.

Também defenderemos que a definição de objetivos é a melhor forma de planejar, orientar e medir um programa específico de reabilitação cognitiva (Conrad et al., 2010; Grant & Ponsford, 2014; Wilson, Evans, et al., 2009). Esta forma de pensar compromete os clínicos com um planeamento da reabilitação cognitiva centrado nas atividades que o cliente valoriza e nos seus objetivos pessoais. Obriga ainda que a avaliação dos resultados da intervenção inclua, para além de testes cognitivos, medidas e indicadores relacionados com a vida diária. Assim, não só será possível avaliar se determinado tipo de intervenção melhora efetivamente alguma função cognitiva, como avaliar se essa melhoria se traduziu numa melhoria do funcionamento nas situações de vida diária. Além disso, o processo de negociação e de estabelecimento de objetivos pessoais contribui para a motivação do cliente no processo de reabilitação (Siegert & Taylor, 2004).

Há também uma crescente tendência para se abordar a saúde cognitiva com intervenções baseadas nos estilos de vida, sobretudo em pessoas idosas. De forma semelhante, têm sido aplicadas intervenções baseadas nos estilos de vida em pessoas com lesão cerebral adquirida, doenças neurodegenerativas ou doenças mentais. De facto, tem vindo a acumular-se evidência de que as escolhas relacionadas com os estilos de vida, incluindo a dieta, o exercício físico, os padrões de atividade social, o envolvimento em atividades estimulantes, os sonos, entre outros, podem ser determinantes na prevenção do declínio cognitivo ou na promoção de capacidade cognitiva (Blumenthal et al., 2019; Lövdén et al., 2013; Merrill & Small, 2011). Assim,



consideramos que o planeamento de programas de reabilitação cognitiva deve integrar, sempre que possível, intervenções dirigidas a melhorar o estilo de vida.

Por fim, as técnicas de neuromodulação ou de estimulação cerebral não-invasiva, como a estimulação transcraniana por corrente direta (tDCS) e a estimulação magnética transcraniana (TMS) têm vindo a demonstrar uma crescente aplicabilidade em situação clínicas, nas quais se incluem as condições de lesão cerebral adquirida, as doenças neurodegenerativas e as doenças mentais. Os ensaios clínicos realizados para determinar a eficácia dos métodos de neuromodulação têm permitido melhorias assinaláveis na parametrização e otimização dos protocolos de estimulação.

No que diz respeito à tDCS, consideramos particularmente útil recorrer às *guidelines* do *Neuromodulation Center Working Group* (Fregni et al., 2021), que resumem os níveis de evidência de cada protocolo em cada condição de doença da seguinte forma: Nível A – Definitivamente eficaz ou ineficaz; Nível B – Provavelmente eficaz ou ineficaz; e Nível C – Possivelmente eficaz ou ineficaz. De forma resumida, as intervenções são definitivamente eficazes (Nível A) na Perturbação Depressiva Major; provavelmente eficazes (Nível B) na redução de dor em diferentes condições, na recuperação motora e cognitiva na doença de Parkinson, na recuperação motora em acidentes vasculares encefálicos agudos e crónicos, no controlo da epilepsia, na redução da atividade alucinatória na esquizofrenia e no controlo das dependências; e possivelmente eficazes (Nível C) na recuperação da afasia no acidente vascular encefálico crónico e no controlo dos sintomas obsessivo-compulsivos.

No que diz respeito à TMS foram também publicadas *guidelines* para populações clínicas (Lefaucheur et al., 2020), recorrendo aos mesmos níveis de eficácia (Nível A – Definitivamente eficaz ou ineficaz; Nível B – Provavelmente eficaz ou ineficaz; e Nível C – Possivelmente eficaz ou ineficaz), consoante os protocolos. As intervenções são definitivamente eficazes (Nível A) na Perturbação Depressiva Major e na recuperação motora após acidente vascular cerebral, na fase aguda; provavelmente eficazes (Nível B) na redução de dor em diferentes condições, na recuperação motora na doença de Parkinson e na esclerose múltipla, na recuperação motora e da afasia em acidentes vasculares encefálicos, na perturbação de pós-stress traumático; e possivelmente eficazes (Nível C) no controlo da dor em diferentes condições, na recuperação da afasia no acidente vascular encefálico crónico e no controlo dos sintomas obsessivo-compulsivos.



Para além dos efeitos nos sintomas e das melhorias, as intervenções de neuromodulação estão também associadas a melhorias no funcionamento cognitivo em diferentes condições, quer se trate da tDCS (Hsu et al., 2021; Kostova et al., 2020; Majdi et al., 2022; Yan et al., 2020) ou da TMS (Cheng et al., 2018; Serafini et al., 2015; Tsai et al., 2021). Contudo, a escassez de dados e as limitações metodológicas dos estudos exigem cautela na implementação deste tipo de intervenção (Lage et al., 2016; Martin et al., 2016).

Para esta unidade curricular interessam particularmente os protocolos de neuromodulação destinados à melhoria do funcionamento cognitivo, quer em populações clínicas, como em sujeitos saudáveis. No caso do tDCS, as intervenções mais utilizadas são os protocolos do córtex pré-frontal esquerdo, que se têm mostrado eficazes, por exemplo, a melhorar o controlo inibitório, o tempo de reação e a memória episódica em idosos (Lee et al., 2021; Summers et al., 2016). Dada a relevância da ínsula para a regulação emocional e o controlo emocional, será disponibilizada uma aula laboratorial especialmente dirigida aos protocolos que temos vindo a desenvolver. No caso da TMS, têm sido aplicados protocolos em diferentes áreas, com efeitos significativos em diferentes funções cognitivas e da cognição social (Luber & Lisanby, 2014; Yang et al., 2018).

Em resumo, esta unidade curricular visa dotar os estudantes de instrumentos essenciais e práticos de intervenção e reabilitação cognitiva e de treino da cognição social para promoção do funcionamento na vida diária de pessoas com lesão neurológica ou doença mental grave. Consideramos que a utilização adequada e atempada de medidas eficazes de reabilitação pode melhorar significativamente o nível de funcionalidade das pessoas com diversas condições de doença e de melhorar a saúde cognitiva em populações de risco, para além de poder prevenir a instalação de incapacidade severa.

1. Enquadramento no Programa de Mestrado em Saúde Translacional e na Instituição do Ensino Superior

A unidade curricular de Reabilitação Cognitiva e Neuromodulação integra o segundo semestre do ramo de Ciências da Visão, Neurociências Aplicadas e Neuromodulação do primeiro ano do recém-criado Mestrado em Saúde Translacional (Programa MiTH) da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto (ESS | P.PORTO). Enquadra-se no código 720 - Saúde por ser um ciclo de estudos abrangente na área da saúde, com ramos de especialização.

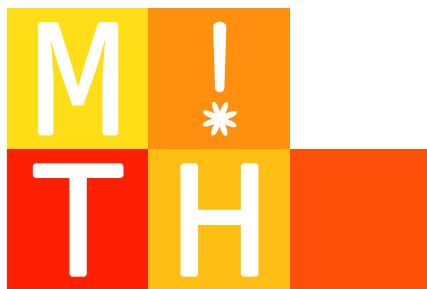


Figura 1. Logo do Mestrado em Saúde Translacional – Programa MiTH (MSc in Translational Health)

O Programa MiTH foi desenhado para abordar os desafios da translação dos resultados da investigação básica nos cuidados de saúde, na saúde populacional e nas bioindústrias. O objetivo deste Programa de Mestrado consiste em promover a ligação entre a investigação básica e as aplicações concretas, distinguindo-se por proporcionar aos estudantes as ferramentas e os conhecimentos necessários para desenvolverem investigação aplicada e translacional, com vista a desenharem soluções inovadoras nos cuidados de saúde, na promoção da saúde populacional e na bioindústria, aderindo ao princípio "*from bench to bedside, and beyond and back*". O programa enfatiza a colaboração multidisciplinar, respeitando os mais elevados padrões de qualidade científica, ética, académica e profissional, particularmente importantes para a investigação translacional em saúde, enquanto promove o desenvolvimento de uma visão global dos problemas de saúde no mundo (Figura 2).

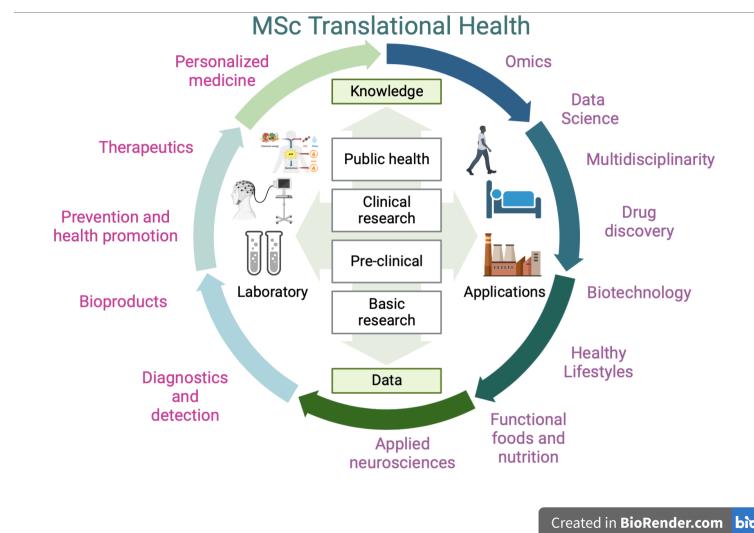


Figura 2 . Abordagem do Mestrado em Saúde Translacional – "from bench to bedside, and beyond and back" ou "do laboratório às populações".

O Programa MiTH tem a duração de 4 semestres, num total de 120 European Credit Transfer System (ECTS), e é composto por:

1. Curso de especialização (curso de mestrado) não conferente de grau, com 60 créditos ECTS. Confere um diploma de Curso de Especialização em Saúde Translacional em 3 ramos:
 - a) *Ciências Ómicas aplicadas à Clínica e às Bioindústrias*: aplicação de tecnologias e dados das ciências ómicas para o diagnóstico, tratamento de doenças, medicina regenerativa e soluções personalizadas de saúde.
 - b) *Ciências da Visão, Neurociências Aplicadas e Neuromodulação*: elaborar soluções baseadas na aplicação das ciências da visão e das neurociências, incluindo a neuromodulação, para estudar os mecanismos das doenças neurodegenerativas e neurodesenvolvimentais e promover um melhor tratamento.
 - c) *Estilos de Vida Saudáveis e Alimentação Funcional*: Formular uma abordagem comprehensiva da saúde interligando a nutrição, a atividade física e o bem-estar mental/emocional. Será dada ênfase ao impacto da alimentação enquanto veículo promotor de saúde.



Assim, os objetivos comuns do MiTH são os seguintes:

- a. Desenvolver competências necessárias para traduzir os resultados de investigação em soluções escaláveis que possam melhorar os resultados de saúde e avançar o conhecimento médico, considerando os problemas de saúde globais mais importantes.
- b. Incentivar a colaboração interdisciplinar entre os investigadores, clínicos e outros interessados envolvidos na área da saúde e nas bioindústrias.
- c. Facilitar a transferência de conhecimento e tecnologia do laboratório para a clínica, populações e bioindústrias, e vice-versa.
- d. Fomentar a inovação e o empreendedorismo na área da saúde, promovendo o desenvolvimento de novos produtos, serviços e tecnologias.
- e. Promover a tomada de decisão baseada na evidência na área da saúde e nas bioindústrias relacionadas, fornecendo aos estudantes uma base sólida em métodos de investigação e competências de pensamento crítico.

Os objetivos específicos por ramo são os seguintes:

- *Área de especialização 1 - Ciências Ómicas aplicadas à Clínica e às Bioindústrias:*

- a. Desenvolver conhecimento teórico e prático para projetar, executar e interpretar experiências baseadas nas ciências ómicas nas áreas da biomedicina.
- b. Adquirir competências em metodologias de investigação, design e desenvolvimento de compostos bioativos e sistemas biológicos sintéticos.

- *Área de especialização 2 - Ciências da Visão, Neurociências Aplicadas e Neuromodulação:*

- a. Compreender os mecanismos relacionados com as alterações das estruturas cerebrais e/ou os sistemas funcionais do sistema nervoso central responsáveis por processos visuais, cognitivos, afetivos e emocionais, com ênfase nas doenças do neurodesenvolvimento e neurodegenerativas;
- b. Adquirir competências na utilização de técnicas de exploração da atividade do cérebro e do sistema visual e de métodos de neuromodulação não-invasiva.

- *Área de especialização 3 - Estilos de Vida Saudáveis e Alimentação Funcional:*

- a. Criar e implementar estratégias de promoção de estilos de vida saudáveis, numa perspetiva integrada e abrangente que contemple o papel da alimentação/nutrição, da atividade física e do bem-estar emocional como veículos promotores da saúde.

- b. Adquirir competências acerca do impacto funcional dos alimentos em diferentes condições fisiológicas e patológicas.

No que diz respeito ao enquadramento da Unidade Curricular e do Programa MiTH na Instituição de Ensino Superior, a Escola Superior de Saúde do Politécnico do Porto (ESS | P.PORTO) é uma instituição portuguesa líder dedicada à educação e investigação de elevada qualidade na área das ciências e tecnologias da saúde. A missão da ESS | P.PORTO é "contribuir para o desenvolvimento da sociedade, orientada para a criação, transmissão e difusão da cultura e conhecimento, através da educação e ensino, investigação e atividades de ligação à comunidade, em áreas direta ou indiretamente relacionadas com a saúde, num quadro de referência nacional e internacional" (Artigo 1º dos Estatutos da ESS, 19 de março de 2018).

A Escola faz parte do Politécnico do Porto, a maior instituição do subsistema politécnico em Portugal. A missão do P.PORTO é “criar e disseminar conhecimento, ciência, tecnologia e cultura, assim como dotar os seus estudantes de competências técnicas, científicas, artísticas e transversais, articulando o conhecimento e a ação e, assim, constituir-se em agente de transformação dos territórios nacionais e internacionais em que intervém, contribuindo de igual forma para o desenvolvimento inteligente da Sociedade”. A instituição tem como objetivo oferecer uma ampla gama de perfis de qualificação, promover a investigação aplicada e a transferência de tecnologia, fomentar a criação e disseminação cultural e comprometer-se com o desenvolvimento sustentável da região dentro de um quadro internacional.

A ESS | P.PORTO oferece um variado conjunto de licenciaturas e mestrados em áreas de saúde, incluindo 14 licenciaturas, 13 mestrados e 3 doutoramentos em parceria. No geral, a Escola de Saúde do Instituto Politécnico do Porto é uma instituição comprometida com a excelência na educação e com a formação de profissionais de saúde de excelência. Além disso, a ESS está empenhada na investigação e na inovação na área da saúde através dos seus centros de investigação. Destacamos o papel do Centro de Investigação em Saúde Translacional e Biotecnologia Médica (TBIO), recentemente associado à Rede de Investigação em Saúde (RISE-Health) através da ESS | P.PORTO como Unidade de Gestão na Avaliação de Unidades de I&D da FCT, que desempenhará um papel fundamental no apoio ao programa MiTH.

O programa MiTH alinha-se perfeitamente com os objetivos estratégicos da Escola Superior de Saúde de duas formas fundamentais. Em primeiro lugar, posiciona a escola como líder no



campo emergente da saúde translacional, que se está a formar cada vez mais relevante na indústria da saúde, por via da sua vocação de instituição especialmente dedicada à investigação aplicada. Em segundo lugar, apesar dos esforços consideráveis de internacionalização da ESS, ainda é necessário atrair mais estudantes internacionais. Para promover a atração de estudantes internacionais, o programa MiTH promoverá: 1) uma abordagem multidisciplinar para atender às necessidades diversificadas dos estudantes; 2) um ambiente de investigação com apoio da TBIO para estimular a inovação; 3) uma aprendizagem flexível que combinará ensino presencial e à distância; 4) as aulas serão ministradas em língua inglesa.

As condições a que obedece este ciclo de estudos estão regulamentadas de acordo com o Regime jurídico dos graus e diplomas do ensino superior¹ e com o Regulamento dos Segundos Ciclos de Estudos da ESS | P.PORTO².

Esta unidade curricular será lecionada em 15 sessões teórico-práticas semanais de 2 horas cada. Neste relatório é feita a apresentação dos conteúdos programáticos e dos objetivos de aprendizagem, com discriminação dos conteúdos de cada aula e dos métodos de ensino e de avaliação.

2. Objetivos de aprendizagem e conteúdos programáticos

Com esta unidade curricular pretende-se que os estudantes adquiram competências nos seguintes eixos temáticos: 1) conhecimento dos fatores promotores da plasticidade cerebral e da reorganização cortical no processo de reabilitação 2) compreensão dos quadros conceptuais subjacentes à reabilitação cognitiva, incluindo o treino da cognição social, e à neuromodulação; 3) planeamento e avaliação de um programa comprehensivo de reabilitação; 4) aplicação de técnicas específicas para reabilitação das funções cognitivas e da cognição social, em função dos principais défices cognitivos identificados em cada condição clínica; 5) planeamento de uma intervenção coadjuvante com base em técnicas de neuromodulação não-invasiva (Figura 3).

¹ Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março.

² Despacho 6540/2019, de 19 de julho.



Figura 3. Eixos temáticos da Unidade Curricular

Os objetivos de aprendizagem desta unidade curricular são os seguintes:

1. Compreender os principais referenciais teóricos que enquadram a reabilitação cognitiva e o treino da cognição social, e os fatores que podem influenciar a plasticidade cerebral e a reorganização cortical no processo de reabilitação.
 - Objetivo relacionado com os Eixos Temáticos 1 e 2
 - 2. Formular planos de reabilitação cognitiva e de treino da cognição social para défices específicos, com planeamento da avaliação, tendo em conta os resultados da avaliação neuropsicológica e da cognição social, bem como as limitações funcionais, incluindo a seleção de técnicas de intervenção e de reabilitação adequadas para cada situação de alteração cognitiva e da cognição social.
 - Objetivo relacionado com os Eixos Temáticos 3 e 4
 - 3. Planear intervenções baseadas em métodos não invasivos de neuromodulação, de forma complementar à reabilitação cognitiva e ao treino da cognição social.
 - Objetivo relacionado com o Eixo Temático 5

Os conteúdos programáticos desta unidade curricular são os seguintes:

- I. Introdução à reabilitação cognitiva e ao treino da cognição social
 - A. Definições e referenciais teóricos.
 - B. Mecanismos de recuperação: plasticidade cerebral e reorganização cortical.
 - C. Revisão das principais alterações cognitivas e da cognição social nas condições clínicas mais comuns.
- II. Intervenções Específicas de Reabilitação Cognitiva
 - D. Intervenções em défices cognitivos específicos: atenção, velocidade do processamento de informação, percepção e processamento visual, memória, problemas executivos, anosognosia, apraxias, controlo do comportamento e apatia, e afasias.
 - E. Métodos e técnicas de treino da cognição social
- III. Neuromodulação Não-Invasiva
 - F. tES – Estimulação Elétrica Transcraniana
 - G. TMS – Estimulação Magnética Transcraniana
 - H. *Neurofeedback*

Os objetivos da unidade curricular serão alcançados ao longo da apresentação dos conteúdos e através do trabalho de grupo de uma intervenção de reabilitação cognitivas, bem como através das práticas simuladas de técnicas de reabilitação e de estimulação cerebral. Assim, os objetivos de aprendizagem foram pensados para serem adquiridos de acordo com os seguintes pares de objetivos/conteúdos:

- Os conteúdos A) e B) dão suporte ao objetivo 1.
Os conteúdos C), D), e E) dão suporte ao objetivo 2.
Os conteúdos F), G) e H) dão suporte ao objetivo 3.



3. Planificação da Unidade Curricular

A planificação que relaciona os conteúdos programáticos com as atividades e os temas específicos de cada sessão é apresentada na Tabela 2 (Planeamento das sessões *e-learning*) e na Tabela 3 (Planeamento das sessões presenciais).

Conteúdos Programáticos	Planeamento das sessões e-learning	Calendarização
I - Introdução à reabilitação cognitiva e ao treino da cognição social A. Definições e referenciais teóricos.	<p>Sessão expositiva 15 min</p> <p>Apresentação dos objetivos e dos conteúdos programáticos da UC</p> <p>Apresentação da avaliação</p> <p>Sessão expositiva 20 min</p> <p>Modelos e abordagens de reabilitação cognitiva e de treino da cognição social. Processos transdiagnósticos na reabilitação.</p> <p>Exercício 15 minutos</p> <p>Definição de objetivos significativos de reabilitação. Transferência proximal e distal.</p> <p>Intervalo 10 minutos</p> <p>Discussão em grupo 20 minutos</p> <p>Análise de artigos sobre custo eficácia da reabilitação cognitiva e da estimulação cerebral não-invasiva.</p> <p>doi: 10.1186/s12913-022-07585-3 (Howe et al., 2022)</p> <p>doi: 10.1080/09602011.2019.1692672 (Stolwyk et al., 2021)</p> <p>doi: 10.1016/j.schres.2009.12.003 (Patel et al., 2010)</p> <p>doi: 10.1186/s12962-021-00292-6 (Breitborde et al., 2021)</p> <p>doi: 10.3109/02699052.2013.830332 (Oddy & Da Silva Ramos, 2013)</p> <p>doi:10.1192/bjp.bp.106.026575 (Wykes et al., 2007)</p> <p>doi: 10.1007/s12325-009-0013-x (Simpson et al., 2009)</p> <p>Discussão em grupo 30 minutos</p> <p>Planeamento da intervenção de reabilitação cognitiva num caso clínico</p>	Semana 1 2h TP
I - Introdução à reabilitação cognitiva e ao treino da cognição social B. Mecanismos de recuperação: plasticidade cerebral e reorganização cortical.	<p>Sessão expositiva 30 min</p> <p>Mecanismos de plasticidade cerebral e reorganização cortical.</p> <p>Discussão em grupo 20 minutos</p> <p>Análise de artigos sobre os efeitos de prática no cérebro.</p> <p>Arte</p> <p>doi: 10.1016/j.neuroimage.2014.11.014 (Schlegel et al., 2015)</p> <p>Leitura braille</p> <p>doi: 10.1093/brain/116.1.39 (Pascual-Leone & Torres, 1993)</p>	Semana 2 2h TP

	<p>Música doi: 10.1152/jn.1995.74.3.1037. (Pascual-Leone et al., 1995) doi: 10.1016/j.bandc.2014.06.013 (Groussard et al., 2014)</p> <p>Taxistas de Londres doi.org: 10.1073/pnas.070039597 (Maguire et al., 2000)</p> <p>Aprendizagem da leitura em pessoas analfabetas doi: 10.1093/brain/121.6.1053 (Castro-Caldas, 1998)</p> <p>Exposição a ambientes enriquecidos doi:10.1038/scientificamerican0272-22 (Rosenzweig et al., 1972)</p> <p>Atividades motoras complexas (e.g., malabarismo) doi: 10.1038/42731a (Draganski et al., 2004)</p> <p>Intervalo 10 minutos</p> <p>Discussão em grupo (conclusões) 20 minutos Análise de artigos sobre os efeitos de prática no cérebro.</p> <p>Sessão expositiva 30 min Fatores que contribuem para a recuperação cognitiva e que afetam os resultados da reabilitação</p>	
I - Introdução à reabilitação cognitiva e ao treino da cognição social C. Revisão das principais alterações cognitivas e da cognição social nas condições clínicas mais comuns.	<p>Discussão em grupo 50 minutos Discussão em grupo das principais alterações cognitivas associados a diferentes condições clínicas Divisão em três grupos: 1) doenças neurológicas adquiridas, 2) doenças neurodegenerativas, e 3) doenças psiquiátricas.</p> <p>Intervalo 10 minutos</p> <p>Sessão expositiva 30 min Sistematização das alterações cognitivas e da cognição social nas doenças neurológicas adquiridas, neurodegenerativas e psiquiátricas.</p> <p>Sessão expositiva 20 min Introdução às perturbações de estado de consciência</p>	Semana 3 2h TP
II - Intervenções Específicas de Reabilitação Cognitiva D. Intervenções em défices cognitivos específicos: atenção, velocidade do processamento de informação, percepção e processamento visual, memória, problemas executivos, anosognosia, apraxias, controlo do comportamento e apatia, e afasias.	<p>Sessão expositiva 25 min Reabilitação das alterações das funções executivas.</p> <p>Sessão expositiva 25 min Abordagens para a desregulação emocional e comportamental.</p> <p>Intervalo 10 minutos</p> <p>Sessão expositiva 25 min Reabilitação dos défices de memória</p> <p>Sessão expositiva 25 min</p>	Semana 4 2h TP



	Reabilitação das alterações da linguagem e afasia.	
II - Intervenções Específicas de Reabilitação Cognitiva D. Intervenções em défices cognitivos específicos: atenção, velocidade do processamento de informação, percepção e processamento visual, memória, problemas executivos, anosognosia, apraxias, controlo do comportamento e apatia, e afasias. E. Métodos e técnicas de treino da cognição social	<p>Sessão expositiva 25 min Reabilitação de défices de atenção e de velocidade de processamento.</p> <p>Sessão expositiva 25 min Reabilitação de défices de percepção e do <i>neglect</i> hemiespacial</p> <p>Intervalo 10 minutos</p> <p>Sessão expositiva 50 min Reabilitação da cognição social como intervenção transdiagnóstica para as alterações do cérebro social na doença mental grave</p>	Semana 5 2h TP
III – Neuromodulação Não-Invasiva F. tES – Estimulação Elétrica Transcraniana	<p>Sessão expositiva 25 min História, princípios básicos e mecanismos neurobiológicos da estimulação elétrica transcraniana</p> <p>Sessão expositiva 25 min Tipos de tES: - Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS) - Estimulação Transcraniana por Corrente Alternada (tACS) - <i>Random Noise Stimulation</i> (tRNS) - Estimulação elétrica por interferência temporal</p> <p>Intervalo 10 minutos</p> <p>Sessão expositiva 15 min Procedimentos de segurança na utilização de TeS. Efeitos secundários, desconforto e precauções.</p> <p>Sessão expositiva 35 min Evidência clínica sobre estimulação elétrica transcraniana</p>	Semana 6 2h TP

Tabela 2. sessões e-learning

Conteúdos Programáticos	Planeamento das sessões presenciais	Calendarização
II - Intervenções Específicas de Reabilitação Cognitiva D. Intervenções em défices cognitivos específicos: atenção, velocidade do processamento de informação, percepção e processamento visual, memória, problemas executivos, anosognosia, apraxias, controlo do comportamento e apatia, e afasias.	<p>Prática 2h Os alunos farão rotação em laboratórios com as seguintes intervenções:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Técnicas de reabilitação da cognição social: processamento emocional, percepção social, teoria da mente e técnicas de consciencialização de estilos atributivos e de modificação de vieses sócio-cognitivos. 2. Treino de <i>scanning</i> visual no <i>neglect</i> hemiespacial 3. Prática de Treino de resolução de problemas e do treino de gestão de objetivos. 4. Treino de estratégias de memória e de estratégias compensatórias 	Semana 7 2h TP

E. Métodos e técnicas de treino da cognição social	5. Treino de estratégias metacognitivas: auto-monitorização e auto-regulação. Utilização de auto-instruções. Tratamento de défices de consciencialização (<i>awareness</i>).	
III – Neuromodulação Não-Invasiva F. tES – Estimulação Elétrica Transcraniana	Prática 2h Aplicação prática da estimulação elétrica transcraniana: - Equipamento: características dos neuroestimuladores elétricos e tipos de elétrodes - Preparação, posicionamento dos elétrodes e principais montagens - Set up completo: da modelação da estimulação e do fluxo da corrente à montagem	Semana 8 2h TP
III – Neuromodulação Não-Invasiva G. TMS – Estimulação Magnética Transcraniana	Sessão expositiva 25 min História da TMS. Princípios básicos e efeitos neurofisiológicos. Procedimentos básicos de aplicação Sessão expositiva 25 min Protocolos de TMS: - Single-pulse TMS - Paired pulse TMS - Repetitive TMS - Theta Burst TMS - Primed TMS Intervalo 10 minutos Sessão expositiva 15 min Procedimentos de segurança, efeitos secundários e desconforto Prática 35 min - Introdução técnica aos equipamentos - <i>Screening</i> e confirmações de segurança - Introdução à localização do hotspot motor	Semana 9 2h TP
III – Neuromodulação Não-Invasiva G. TMS – Estimulação Magnética Transcraniana	Sessão expositiva 25 min Do laboratório para a clínica: TMS na Depressão, Perturbação Obsessivo-Compulsiva, Dependências (protocolos FDA/CE) e outras aplicações em doenças mentais. Sessão expositiva 25 min Do laboratório para a clínica: TMS na Neurologia e protocolos <i>off-label</i> Intervalo 10 minutos Prática 50 min - Localização do hotspot motor - Determinação do limiar motor - Posicionamento da bobina	Semana 10 2h TP
III – Neuromodulação Não-Invasiva G. TMS – Estimulação Magnética Transcraniana	Prática (2h) - Continuação da localização do hotspot motor e da determinação do limiar motor - Posicionamento da bobina em diferentes protocolos	Semana 11 2h TP



	- Utilização de Neuronavegação	
III – Neuromodulação Não-Invasiva F. tES – Estimulação Elétrica Transcraniana G. TMS – Estimulação Magnética Transcraniana	Avaliação prática em laboratório - Montagem de protocolo de tES ou tDCS à escolha do estudante	Semana 12 2h TP
III – Neuromodulação Não-Invasiva H. Neurofeedback	Sessão expositiva 50 min Introdução ao <i>neurofeedback</i> . Compreensão do sinal de EEG e das bandas de frequência. Posicionamento de elétrodos de acordo com o sistema 10-20. Localização da fonte do sinal e correlatos comportamentais dos sinais de EEG. Conceitos de amplitude, poder, poder relativo, fase, coerência e rácios. Intervalo 10 minutos Prática 50 min - Preparação e colocação dos elétrodos para montagem <i>single-channel</i> (e.g., Cz-SMR) - Detecção de artefactos - Respostas do EEG (tarefas mentais, olhos abertos, olhos fechados) - Rácios (e.g., Rácia T/B)	Semana 13 2h TP
III – Neuromodulação Não-Invasiva H. Neurofeedback	Prática 2h - Continuação da preparação e colocação de elétrodos, com deteção de artefactos - Estratégias de recompensa e de inibição - Montagens bipolares (e.g., C3-C4) - Treino alfa/teta	Semana 14 2h TP
Avaliação	Apresentação dos trabalhos	Semana 15 2h TP

Tabela 3. sessões presenciais

4. Metodologias de ensino e de aprendizagem

O Programa MiTH será disponibilizado em *b-learning* (aprendizagem mista), envolvendo sessões presenciais e em regime de *e-learning*. A maior parte do programa é realizada de forma presencial, o que favorece a interação direta entre os estudantes e o corpo docente, promove a aprendizagem ativa e facilita as atividades colaborativas. Contudo, a inclusão da componente de aprendizagem à distância no programa permite uma maior adequação às características, ritmos e rotinas de cada estudante, possibilitando que façam uma gestão eficaz do seu tempo e local de aprendizagem. Esta flexibilidade, para além de promover competências de aprendizagem autodirigida e de exploração independente dos materiais do curso, também permite aos estudantes equilibrar os seus compromissos académicos com outras responsabilidades pessoais e profissionais.



No segundo semestre, em que se enquadrta a unidade curricular de Reabilitação Cognitiva e Neuromodulação, prevê-se que:

- As semanas 1 a 6 do 2º semestre (1º ano) ocorrerão de forma remota, com aulas dirigidas essencialmente à apresentação de conteúdos teóricos. Estes conteúdos precederão as componentes práticas.
- As semanas 7 a 15 do 2º semestre ocorrerão de forma presencial, permitindo as práticas laboratoriais, o treino de habilidades práticas, os trabalhos em grupo com pequenas tarefas práticas, e as avaliações. Será também possível a discussão, conceção e planeamento da dissertação que será desenvolvida durante o 2º ano.

A combinação de métodos expositivos, incluindo a projeção de material audiovisual, que inclui imagens de livros de texto, descrições explicativas e vídeos tutoriais, com a análise de artigos científicos e as discussões em grupo contribuirá para os estudantes compreenderem os constructos teóricos principais de reabilitação cognitiva e treino da cognição social, plasticidade cerebral e reorganização cortical. As sessões laboratoriais *hands-on* permitirão aos estudantes desenvolverem competências de implementação de técnicas de reabilitação e de estimulação cerebral não-invasiva, bem como de planeamento destas intervenções.

As aulas práticas serão realizadas no Centro de Investigação em Saúde Translacional e Biotecnologia Médica (TBIO), que integra a Rede de Investigação em Saúde (RISE-Health) como polo de gestão, através da Escola Superior de Saúde, especificamente no NeuroLab. O RISE-Health é o maior centro de investigação em Portugal, com cerca de 1300 investigadores registados, numa grande variedade de áreas do saber, incluindo as ciências da saúde, as ciências da vida, a psicologia, as engenharias, entre outras. O TBIO apresenta 6 laboratórios especializados (Laboratório de Microbiologia, Laboratório de Biologia Molecular, Laboratório de Células, Laboratório de Química, Laboratório de Neurociências Aplicadas - NeuroLab e Laboratório de Fatores Humanos), onde se realiza investigação no âmbito de três grupos de investigação: Metabonómica, Obesidade e Perturbações Relacionadas; Neurociências Pré-clínicas e Translacionais – reabilitação e estimulação cerebral não-invasiva; e Ambiente e Estilos de Vida Saudáveis. O TBIO tem como objetivo criar soluções tecnológicas inovadoras e escaláveis para diagnóstico, terapia e prevenção inseridos no ramo da saúde e bioindústria.



Formalmente, o TBIO apoia a realização dos projetos de investigação de estudantes de mestrado e de doutoramento, sob orientação dos seus membros integrados. Particularmente, o NeuroLab dispõe dos recursos necessários para a realização das sessões laboratoriais da Unidade Curricular de Reabilitação Cognitiva e Neuromodulação, incluindo:

- EEG de 128 Canais (EGI Geodesic System 400) e EEG portátil de 32 canais (AntNeuro 32-ch w/Cognitrace and eego mylab software);
- Dois sistemas de estimulação esférica transcraniana com HD (Soterix 4x1-C3A e Soterix MxN 33); 3);
- Eye tracking headset e plataforma (Pupil Labs - Core Open Source);
- Sistema TMS (MagVenture X100 with MagOption) com diferentes boninas (incluindo MCF-P-B70 - Sham);
- Sistema de Neuronavegação (Localite TMS Navigator).

5. Avaliação

A avaliação das competências adquiridas seguirá as normas de avaliação vigentes no Politécnico do Porto. A avaliação continua consiste na realização e apresentação de um trabalho a pares (50%) e uma avaliação prática de simulação de uma montagem de um protocolo de tES ou TMS (50%). Para o trabalho o estudante poderá escolher uma das seguintes opções:

- Planeamento de uma intervenção cognitiva para uma condição clínica específica
- Relatório de uma sessão ou de uma intervenção num caso clínico real
- Relatório do planeamento de uma intervenção com uma técnica de neuromodulação, incluindo a modulação da corrente.

Caso os estudantes não realizem a avaliação continua, serão avaliados através de um exame final (50%) que abranja a totalidade dos conteúdos programáticos e por uma avaliação prática de simulação de uma montagem de tES ou TMS.

A escolha destes métodos de avaliação pretende, por um lado, explorar os domínios cognitivos fomentar "o saber pensar e fazer" e levar os estudantes a aplicar, utilizar e explorar as ferramentas de que dispõem no âmbito dos conhecimentos adquiridos ao longo da unidade curricular em contextos práticos hipotéticos de intervenção clínica. Por outro lado, pretende a

avaliação da aquisição de competências do domínio prático, ou seja, “do saber fazer”, nomeadamente através de simulações de neuromodulação.



Referências bibliográficas recomendadas para a Unidade Curricular

I. Introdução à reabilitação cognitiva e ao treino da cognição social

Bush, S. S., & Yochim, B. P. (2022). *A handbook of geriatric neuropsychology: Practice essentials* (Second edition.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003100058>

Husain, M., & Schott, J. M. (2016). *Oxford textbook of cognitive neurology and dementia* (First edition.). Oxford University Press.

Johnstone, B., & Stonnington, H. H. (Eds.). (2009). *Rehabilitation of Neuropsychological Disorders: A Practical Guide for Rehabilitation Professionals* (2.^a ed.). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203837931>

Larner, A. J. (2013). Neuropsychological neurology: The neurocognitive impairments of neurological disorders (2nd ed.). Cambridge University Press.

Lundy-Ekman, L. (2017). Neuroscience - E-book: Fundamentals for rehabilitation. Elsevier Health Sciences.

Parsons, M. W., & Braun, M. M. (2024). *Clinical Neuropsychology: A Pocket Handbook for Assessment* (4th ed.). American Psychological Association.

Raskin, S. A. (2011). Neuroplasticity and rehabilitation. Guilford.

- Outros artigos científicos serão disponibilizados aos estudantes

II. Intervenções Específicas de Reabilitação Cognitiva

Hildebrandt, H. (2019). *Cognitive Rehabilitation of Memory: A Clinical neuropsychological Introduction*. Academic Press.

Johnstone, B., & Stonnington, H. H. (Eds.). (2009). *Rehabilitation of Neuropsychological Disorders: A Practical Guide for Rehabilitation Professionals* (2.^a ed.). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203837931>

Locascio, G., & Slomine, B. S. (2018). *Cognitive rehabilitation for pediatric neurological disorders*. Cambridge University Press.

Noggle, C.A., Dean, R.S., & Barisa, M.T. (Eds.) (2013). *Neuropsychological rehabilitation*. Springer.

Williams, C. (2011). *Overcoming functional neurological symptoms: A five areas approach*. Hodder Arnold.

Wilson, B. A., & Betteridge, S. (2019). *Essentials of neuropsychological rehabilitation*. The Guilford Press.

Wilson, B. A., Heugten, C. M. van, Winegardner, J., & Ownsworth, T. (2017). *Neuropsychological rehabilitation: The international handbook*. Psychology Press.

- Outros artigos científicos serão disponibilizados aos estudantes

III. Neuromodulação Não-Invasiva

Bermudes, R. A., Lanocha, K. I., & Janicak, P. G. (2018). *Transcranial magnetic stimulation: Clinical applications for psychiatric practice* (First edition.). American Psychiatric Association Publishing.

Campos, C., Rocha, N. B., & Sá, C. (2023). Estimulação transcraniana por corrente contínua: Fundamentos teóricos, guião prático & aplicação na doença mental e neurológica. ESS | P. PORTO Edições. <https://doi.org/10.26537/recipp-23250>

Chen, R., Blumberger, D. M. (Daniel M., & Fitzgerald, P. B. (2022). *A practical guide to transcranial magnetic stimulation neurophysiology and treatment studies*. Oxford University Press.

Kadosh, R. C. (2014). *The Stimulated Brain: Cognitive Enhancement Using Non-Invasive Brain Stimulation*. Elsevier.

Knotkova, H., Nitsche, M. (Michael A.), Bikson, M., & Woods, A. J. (2019). *Practical Guide to Transcranial Direct Current Stimulation: Principles, Procedures and Applications*. Springer.

- Outros artigos científicos serão disponibilizados aos estudantes

Referências de suporte ao Relatório

- American Psychological Association (Ed.). (2015). *APA Dictionary of Psychology* (Second Edition). American Psychological Association.
- Benedict, R. H. B., Amato, M. P., DeLuca, J., & Geurts, J. J. G. (2020). Cognitive impairment in multiple sclerosis: Clinical management, MRI, and therapeutic avenues. *The Lancet Neurology*, 19(10), 860–871. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(20\)30277-5](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(20)30277-5)
- Blumenthal, J. A., Smith, P. J., Mabe, S., Hinderliter, A., Lin, P.-H., Liao, L., Welsh-Bohmer, K. A., Browndyke, J. N., Kraus, W. E., Doraiswamy, P. M., Burke, J. R., & Sherwood, A. (2019). Lifestyle and neurocognition in older adults with cognitive impairments: A randomized trial. *Neurology*, 92(3). <https://doi.org/10.1212/WNL.oooooooooooooo6784>
- Bowie, C. R., McGurk, S. R., Mausbach, B., Patterson, T. L., & Harvey, P. D. (2012). Combined Cognitive Remediation and Functional Skills Training for Schizophrenia: Effects on Cognition, Functional Competence, and Real-World Behavior. *American Journal of Psychiatry*, 169(7), 710–718. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2012.11091337>
- Breitborde, N. J. K., Bell, E. K., Woolverton, C., Pine, J. G., Waslter, H., & Moe, A. M. (2021). Cost Utility of cognition-enhancing interventions for individuals with first-episode psychosis: A naturalistic evaluation. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 19(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s12962-021-00292-6>
- Browne, J., Nagendra, A., Kurtz, M., Berry, K., & Penn, D. L. (2019). The relationship between the therapeutic alliance and client variables in individual treatment for schizophrenia spectrum disorders and early psychosis: Narrative review. *Clinical Psychology Review*, 71, 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2019.05.002>
- Campos, C., Santos, S., Gagen, E., Machado, S., Rocha, S., Kurtz, M. M., & Barbosa-Rocha, N. (2016). Neuroplastic Changes Following Social Cognition Training in Schizophrenia: A Systematic Review. *Neuropsychology Review*, 26(3), 310–328. <https://doi.org/10.1007/s11065-016-9326-0>
- Caramazza, A. (1989). Cognitive Neuropsychology and Rehabilitation: An Unfulfilled Promise? In X. Seron & G. Deloche (Eds.), *Cognitive approaches in neuropsychological rehabilitation* (pp. 383–398). Routledge.



- Castro-Caldas, A. (1998). The illiterate brain. Learning to read and write during childhood influences the functional organization of the adult brain. *Brain*, 121(6), 1053–1063. <https://doi.org/10.1093/brain/121.6.1053>
- Cella, M., & Wykes, T. (2019). The nuts and bolts of Cognitive Remediation: Exploring how different training components relate to cognitive and functional gains. *Schizophrenia Research*, 203, 12–16. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2017.09.012>
- Cheng, C. P. W., Wong, C. S. M., Lee, K. K., Chan, A. P. K., Yeung, J. W. F., & Chan, W. C. (2018). Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on improvement of cognition in elderly patients with cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 33(1). <https://doi.org/10.1002/gps.4726>
- Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Kalmar, K., Langenbahn, D. M., Malec, J. F., Bergquist, T. F., Felicetti, T., Giacino, J. T., Harley, J. P., Harrington, D. E., Herzog, J., Kneipp, S., Laatsch, L., & Morse, P. A. (2000). Evidence-based cognitive rehabilitation: Recommendations for clinical practice. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(12), 1596–1615. <https://doi.org/10.1053/apmr.2000.19240>
- Cicerone, K. D., Goldin, Y., Ganci, K., Rosenbaum, A., Wethe, J. V., Langenbahn, D. M., Malec, J. F., Bergquist, T. F., Kingsley, K., Nagele, D., Trexler, L., Fraas, M., Bogdanova, Y., & Harley, J. P. (2019). Evidence-Based Cognitive Rehabilitation: Systematic Review of the Literature From 2009 Through 2014. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(8), 1515–1533. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.02.011>
- Conrad, N., Doering, B. K., Rief, W., & Exner, C. (2010). Looking beyond the importance of life goals. The personal goal model of subjective well-being in neuropsychological rehabilitation. *Clinical Rehabilitation*, 24(5), 431–443. <https://doi.org/10.1177/0269215509358930>
- Dickinson, D., Tenhula, W., Morris, S., Brown, C., Peer, J., Spencer, K., Li, L., Gold, J. M., & Bellack, A. S. (2010). A Randomized, Controlled Trial of Computer-Assisted Cognitive Remediation for Schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, 167(2), 170–180. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2009.09020264>
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U., & May, A. (2004). Changes in grey matter induced by training. *Nature*, 427(6972), 311–312. <https://doi.org/10.1038/427311a>

- Fregni, F., El-Hagrassy, M. M., Pacheco-Barrios, K., Carvalho, S., Leite, J., Simis, M., Brunelin, J., Nakamura-Palacios, E. M., Marangolo, P., Venkatasubramanian, G., San-Juan, D., Caumo, W., Bikson, M., Brunoni, A. R., Neuromodulation Center Working Group, Cardenas-Rojas, A., Giannoni-Luza, S., Leao, J., Teixeira Leffa, D., ... Zeng, H. (2021). Evidence-Based Guidelines and Secondary Meta-Analysis for the Use of Transcranial Direct Current Stimulation in Neurological and Psychiatric Disorders. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 24(4), 256–313. <https://doi.org/10.1093/ijnp/pyaa051>
- Geusgens, C., Winkens, I., Van Heugten, C., Jolles, J., & Van Den Heuvel, W. (2007). Occurrence and measurement of transfer in cognitive rehabilitation: A critical review. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39(6), 425–439. <https://doi.org/10.2340/16501977-0092>
- Grant, M., & Ponsford, J. (2014). Goal Attainment Scaling in brain injury rehabilitation: Strengths, limitations and recommendations for future applications. *Neuropsychological Rehabilitation*, 24(5), 661–677. <https://doi.org/10.1080/09602011.2014.901228>
- Groussard, M., Viader, F., Landeau, B., Desgranges, B., Eustache, F., & Platel, H. (2014). The effects of musical practice on structural plasticity: The dynamics of grey matter changes. *Brain and Cognition*, 90, 174–180. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2014.06.013>
- Hammar, Å., Ronold, E. H., & Rekkedal, G. Å. (2022). Cognitive Impairment and Neurocognitive Profiles in Major Depression—A Clinical Perspective. *Frontiers in Psychiatry*, 13, 764374. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.764374>
- Hillis, A. E. (1993). The role of models of language processing in rehabilitation of language impairments. *Aphasiology*, 7(1), 5–26. <https://doi.org/10.1080/02687039308249497>
- Horan, W. P., Kern, R. S., Green, M. F., & Penn, D. L. (2008). Social Cognition Training for Individuals with Schizophrenia: Emerging Evidence. *American Journal of Psychiatric Rehabilitation*, 11(3), 205–252. <https://doi.org/10.1080/15487760801963652>
- Howe, E. I., Andelic, N., Fure, S. C. R., Røe, C., Søberg, H. L., Hellstrøm, T., Spjelkavik, Ø., Enehaug, H., Lu, J., Ugelstad, H., Løvstad, M., & Aas, E. (2022). Cost-effectiveness analysis of combined cognitive and vocational rehabilitation in patients with mild-to-



- moderate TBI: Results from a randomized controlled trial. *BMC Health Services Research*, 22(1), 185. <https://doi.org/10.1186/s12913-022-07585-3>
- Hsu, W.-Y., Cheng, C.-H., Zanto, T. P., Gazzaley, A., & Bove, R. M. (2021). Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Cognition, Mood, Pain, and Fatigue in Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Neurology*, 12, 626113. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.626113>
- Huddy, V., Reeder, C., Kontis, D., Wykes, T., & Stahl, D. (2012). The Effect of Working Alliance on Adherence and Outcome in Cognitive Remediation Therapy. *Journal of Nervous & Mental Disease*, 200(7), 614–619. <https://doi.org/10.1097/NMD.0b013e31825bfc31>
- Husain, M., & Schott, J. M. (2016). *Oxford textbook of cognitive neurology and dementia*. Oxford University Press.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Shah, P. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(25), 10081–10086. <https://doi.org/10.1073/pnas.1103228108>
- Kostova, R., Cecere, R., Thut, G., & Uhlhaas, P. J. (2020). Targeting cognition in schizophrenia through transcranial direct current stimulation: A systematic review and perspective. *Schizophrenia Research*, 220, 300–310. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2020.03.002>
- Kueider, A. M., Parisi, J. M., Gross, A. L., & Rebok, G. W. (2012). Computerized Cognitive Training with Older Adults: A Systematic Review. *PLoS ONE*, 7(7), e40588. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040588>
- Kurtz, M. M., Gagen, E., Barbosa-Rocha, N., Machado, S., & Penn, D. L. (2016). Comprehensive treatments for social cognitive deficits in schizophrenia: A critical review and effect-size analysis of controlled studies. *Clinical Psychology Review*, 43, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2015.09.003>
- Lage, C., Wiles, K., Shergill, S. S., & Tracy, D. K. (2016). A systematic review of the effects of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on cognition. *Journal of Neural Transmission*, 123(12), 1479–1490. <https://doi.org/10.1007/s00702-016-1592-8>
- Larner, A. J. (2013). *Neuropsychological neurology: The neurocognitive impairments of neurological disorders* (2nd ed). Cambridge Univ. Press.

- Lee, J. H., Lee, T. L., & Kang, N. (2021). Transcranial direct current stimulation decreased cognition-related reaction time in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 70, 101377. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101377>
- Lefaucheur, J.-P., Aleman, A., Baeken, C., Benninger, D. H., Brunelin, J., Di Lazzaro, V., Filipović, S. R., Grefkes, C., Hasan, A., Hummel, F. C., Jääskeläinen, S. K., Langguth, B., Leocani, L., Londero, A., Nardone, R., Nguyen, J.-P., Nyffeler, T., Oliveira-Maia, A. J., Oliviero, A., ... Ziemann, U. (2020). Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): An update (2014–2018). *Clinical Neurophysiology*, 131(2), 474–528. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.11.002>
- Lövdén, M., Xu, W., & Wang, H.-X. (2013). Lifestyle change and the prevention of cognitive decline and dementia: What is the evidence? *Current Opinion in Psychiatry*, 26(3), 239–243. <https://doi.org/10.1097/YCO.0b013e32835f4135>
- Luber, B., & Lisanby, S. H. (2014). Enhancement of human cognitive performance using transcranial magnetic stimulation (TMS). *NeuroImage*, 85, 961–970. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.06.007>
- Maguire, E. A., Gadian, D. G., Johnsrude, I. S., Good, C. D., Ashburner, J., Frackowiak, R. S. J., & Frith, C. D. (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(8), 4398–4403. <https://doi.org/10.1073/pnas.070039597>
- Majdi, A., Van Boekholdt, L., Sadigh-Eteghad, S., & Mc Laughlin, M. (2022). A systematic review and meta-analysis of transcranial direct-current stimulation effects on cognitive function in patients with Alzheimer's disease. *Molecular Psychiatry*, 27(4), 2000–2009. <https://doi.org/10.1038/s41380-022-01444-7>
- Mangels, J. A., Butterfield, B., Lamb, J., Good, C., & Dweck, C. S. (2006). Why do beliefs about intelligence influence learning success? A social cognitive neuroscience model. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 1(2), 75–86. <https://doi.org/10.1093/scan/nsl013>
- Martin, D. M., McClintock, S. M., Forster, J., & Loo, C. K. (2016). Does Therapeutic Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Cause Cognitive Enhancing Effects in Patients with Neuropsychiatric Conditions? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Neuropsychology Review*, 26(3), 295–309. <https://doi.org/10.1007/s11065-016-9325-1>



- McCleery, A., & Nuechterlein, K. H. (2019). Cognitive impairment in psychotic illness: Prevalence, profile of impairment, developmental course, and treatment considerations. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 21(3), 239–248. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2019.21.3/amccleery>
- Merrill, D. A., & Small, G. W. (2011). Prevention in Psychiatry: Effects of Healthy Lifestyle on Cognition. *Psychiatric Clinics of North America*, 34(1), 249–261. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2010.11.009>
- Middleton, E. L., & Schwartz, M. F. (2012). Errorless learning in cognitive rehabilitation: A critical review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 22(2), 138–168. <https://doi.org/10.1080/09602011.2011.639619>
- Oddy, M., & Da Silva Ramos, S. (2013). The clinical and cost-benefits of investing in neurobehavioural rehabilitation: A multi-centre study. *Brain Injury*, 27(13–14), 1500–1507. <https://doi.org/10.3109/02699052.2013.830332>
- Pascual-Leone, A., Nguyet, D., Cohen, L. G., Brasil-Neto, J. P., Cammarota, A., & Hallett, M. (1995). Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *Journal of Neurophysiology*, 74(3), 1037–1045. <https://doi.org/10.1152/jn.1995.74.3.1037>
- Pascual-Leone, A., & Torres, F. (1993). Plasticity of the sensorimotor cortex representation of the reading finger in Braille readers. *Brain*, 116(1), 39–52. <https://doi.org/10.1093/brain/116.1.39>
- Patel, A., Knapp, M., Romeo, R., Reeder, C., Matthiasson, P., Everitt, B., & Wykes, T. (2010). Cognitive remediation therapy in schizophrenia: Cost-effectiveness analysis. *Schizophrenia Research*, 120(1–3), 217–224. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2009.12.003>
- Rosenzweig, M. R., Bennett, E. L., & Diamond, M. C. (1972). Brain Changes in Response to Experience. *Scientific American*, 226(2), 22–29. <https://doi.org/10.1038/scientificamericano272-22>
- Ruet, A., Bayen, E., Jourdan, C., Ghout, I., Meaude, L., Lalanne, A., Pradat-Diehl, P., Nelson, G., Charanton, J., Aegeerter, P., Vallat-Azouvi, C., & Azouvi, P. (2019). A Detailed Overview of Long-Term Outcomes in Severe Traumatic Brain Injury Eight Years Post-injury. *Frontiers in Neurology*, 10, 120. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00120>

- Schlegel, A., Alexander, P., Fogelson, S. V., Li, X., Lu, Z., Kohler, P. J., Riley, E., Tse, P. U., & Meng, M. (2015). The artist emerges: Visual art learning alters neural structure and function. *NeuroImage*, 105, 440–451. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.11.014>
- Seccomandi, B., Agbedjro, D., Keefe, R. S. E., Galderisi, S., Fiszdon, J., Mucci, A., Wykes, T., & Cella, M. (2022). Evaluating how treatment adherence influences cognitive remediation outcomes. *Behaviour Research and Therapy*, 158, 104186. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2022.104186>
- Serafini, G., Pompili, M., Belvederi Murri, M., Respino, M., Ghio, L., Girardi, P., Fitzgerald, P. B., & Amore, M. (2015). The Effects of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Cognitive Performance in Treatment-Resistant Depression. A Systematic Review. *Neuropsychobiology*, 71(3), 125–139. <https://doi.org/10.1159/000381351>
- Siegenthaler, R. J., & Taylor, W. J. (2004). Theoretical aspects of goal-setting and motivation in rehabilitation. *Disability and Rehabilitation*, 26(1), 1–8. <https://doi.org/10.1080/09638280410001644932>
- Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z., & Stine-Morrow, E. A. L. (2016). Do “Brain-Training” Programs Work? *Psychological Science in the Public Interest*, 17(3), 103–186. <https://doi.org/10.1177/1529100616661983>
- Simpson, K. N., Welch, M. J., Kozel, F. A., Demitrack, M. A., & Nahas, Z. (2009). Cost-effectiveness of transcranial magnetic stimulation in the treatment of major depression: A health economics analysis. *Advances in Therapy*, 26(3), 346–368. <https://doi.org/10.1007/s12325-009-0013-x>
- Snyder, P. J., Nussbaum, P. D., & Robins, D. L. (Eds.). (2006). *Clinical neuropsychology: A pocket handbook for assessment* (2. ed., 2. print). American Psychological Association.
- Stolwyk, R. J., Gooden, J. R., Kim, J., & Cadilhac, D. A. (2021). What is known about the cost-effectiveness of neuropsychological interventions for individuals with acquired brain injury? A scoping review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 31(2), 316–344. <https://doi.org/10.1080/09602011.2019.1692672>
- Summers, J. J., Kang, N., & Cauraugh, J. H. (2016). Does transcranial direct current stimulation enhance cognitive and motor functions in the ageing brain? A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 25, 42–54. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.11.004>



- Tsai, P.-Y., Chen, Y.-C., Wang, J.-Y., Chung, K.-H., & Lai, C.-H. (2021). Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on depression and cognition in individuals with traumatic brain injury: A systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 11(1), 16940. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95838-2>
- Turunen, K. E. A., Laari, S. P. K., Kauranen, T. V., Uimonen, J., Mustanoja, S., Tatlisumak, T., & Poutiainen, E. (2018). Domain-Specific Cognitive Recovery after First-Ever Stroke: A 2-Year Follow-Up. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 24(2), 117–127. <https://doi.org/10.1017/S1355617717000728>
- Van Rheenen, T. E., Lewandowski, K. E., Bauer, I. E., Kapczinski, F., Miskowiak, K., Burdick, K. E., & Balanzá-Martínez, V. (2020). Current understandings of the trajectory and emerging correlates of cognitive impairment in bipolar disorder: An overview of evidence. *Bipolar Disorders*, 22(1), 13–27. <https://doi.org/10.1111/bdi.12821>
- Weintraub, D., Caspell-Garcia, C., Simuni, T., Cho, H. R., Coffey, C. S., Aarsland, D., Alcalay, R. N., Barrett, M. J., Chahine, L. M., Eberling, J., Espay, A. J., Hamilton, J., Hawkins, K. A., Leverenz, J., Litvan, I., Richard, I., Rosenthal, L. S., Siderowf, A., York, M., & Parkinson's Progression Markers Initiative. (2020). Neuropsychiatric symptoms and cognitive abilities over the initial quinquennium of Parkinson disease. *Annals of Clinical and Translational Neurology*, 7(4), 449–461. <https://doi.org/10.1002/acn3.51022>
- Wilson, B. A., Evans, J. J., Gracey, F., & Bateman, A. (2009). Goal setting as a way of planning and evaluating neuropsychological rehabilitation. In *Neuropsychological Rehabilitation: Theory, Models, Therapy and Outcome* (1st ed., pp. 37–46). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511581083>
- Wilson, B. A., Gracey, F., Evans, J., & Bateman, A. (Eds.). (2009). *Neuropsychological rehabilitation: Theory, models, therapy and outcome*. Cambridge University Press.
- Wilson, B. A., Herbert, C. M., & Shiel, A. (2003). *Behavioural Approaches in Neuropsychological Rehabilitation* (0 ed.). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203641545>
- World Health Organization. (2020). *Derived based on the data from Global Health Estimates 2020: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2019*. World Health Organization. <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/ghe-leading-causes-of-death>



- Wykes, T., Huddy, V., Cellard, C., McGurk, S. R., & Czobor, P. (2011). A Meta-Analysis of Cognitive Remediation for Schizophrenia: Methodology and Effect Sizes. *American Journal of Psychiatry*, 168(5), 472–485. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2010.10060855>
- Wykes, T., Reeder, C., Landau, S., Everitt, B., Knapp, M., Patel, A., & Romeo, R. (2007). Cognitive remediation therapy in schizophrenia: Randomised controlled trial. *British Journal of Psychiatry*, 190(5), 421–427. <https://doi.org/10.1192/bj.pbp.106.026575>
- Yan, R., Zhang, X., Li, Y., Hou, J., Chen, H., & Liu, H. (2020). Effect of transcranial direct-current stimulation on cognitive function in stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 15(6), e0233903. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233903>
- Yang, C.-C., Khalifa, N., & Völlm, B. (2018). The effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on empathy: A systematic review and meta-analysis. *Psychological Medicine*, 48(5), 737–750. <https://doi.org/10.1017/S003329171700232X>