

Física médica no Ensino Médio

.....
Ricardo Andrade Terini*
Centro de Ciências Naturais e
Humanas, Universidade Federal do
ABC, Santo André, SP, Brasil.

RESUMO

A física médica é o campo da física que abrange atualmente as aplicações dos conceitos e técnicas físicas para o diagnóstico e o tratamento de males da saúde, que todos utilizamos frequentemente. Há vários tópicos do programa de física do Ensino Médio que podem ser ilustrados com exemplos da física médica ou servir de temas transversais para projetos e pesquisas. É objetivo deste trabalho apresentar alguns desses casos, visando contribuir com o trabalho do professor de física do Ensino Médio, e atualizar também a perspectiva das aplicações e das carreiras no campo da física.

Palavras-chave: física médica; Ensino Médio; temas transversais; radiações; PCN/EM; BNCC

.....

1. Introdução

A física médica é atualmente o segundo campo da física em demanda profissional no Brasil, abaixo apenas do ensino de física, mas ainda é pouco conhecida dos estudantes secundaristas. A física médica abrange uma ampla gama de aplicações na área da saúde e constitui um dos campos da física incluídos há muitas décadas na *Classificação Brasileira de Ocupações* do Ministério do Trabalho e do Emprego [1], abrangendo as aplicações dos conceitos e técnicas físicas na medicina para o diagnóstico e o tratamento de males da saúde, de que todos nos utilizamos cotidianamente.

A profissão foi recentemente classificada como “parte integrante da força de trabalho da saúde” pela Organização Mundial do Trabalho (OMT/ILO) [2]. Os profissionais conhecidos como *físicos médicos* atuam com o objetivo específico de melhorar a saúde e o bem-estar dos seres humanos, e são hoje membros necessários das equipes multidisciplinares de oncologia hospitalar de radioterapia, tanto em pesquisa como no planejamento dos tratamentos. Podem também atuar na garantia de qualidade dos diversos equipamentos e técnicas de diagnóstico por imagens, incluindo toda a radiologia (radiografia, mamografia, tomografia computadorizada, densitometria óssea, radiologia intervencionista etc.), a ressonância magnética, o ultrassom e os procedimentos de imagem e terapia da medicina nuclear. São também profissionais adequadamente preparados para o monitoramento e o gerenciamento

em proteção radiológica de pacientes e trabalhadores expostos a radiação [3].

No Brasil, a formação em física médica pode começar em nível de graduação (já há mais de 10 bacharelados na área no país), mas deverá se completar depois em programas (teóricos e práticos) de *residência profissional em física médica* (hoje, há 14 programas em hospitais, que oferecem cerca de 42 vagas na área por ano) ou academicamente em programas de pós-graduação *strictu sensu* que incluam linhas de pesquisa nessa área. A Ref. [4] traz mais detalhes sobre esse processo de formação.

Os estudantes secundaristas brasileiros, no entanto, raramente discutem as possibilidades de formação na área de física, e, menos ainda, distinguem o campo da física médica, apesar de haver várias brechas para abordar assuntos relacionados no currículo tradicional. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Física para o Ensino Médio [5], os conteúdos de física estão inseridos na área de *Ciência e Tecnologia*, e os temas estruturadores *Som, Imagem e Informação, Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações e Matéria e Radiação* são particularmente adequados para estudar tópicos do campo da física médica. Para o tema “matéria e radiação”, destacamos, como exemplo, alguns dos objetivos indicados no documento para diferentes unidades temáticas:

A física médica abrange uma ampla gama de aplicações na área da saúde, e é atualmente o segundo campo da física em demanda profissional no Brasil, abaixo apenas do ensino de física. Mas ela ainda é pouco conhecida dos estudantes secundaristas

.....

*Autor de correspondência. E-mail: ricardoaterini@gmail.com.

das de rádio aos raios gama) e sua utilização através das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de micro-ondas, tomografia etc.)”.

“Avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes.” [5]

Na atual Base Nacional Comum Curricular (BNCC) proposta pelo MEC para balizar o Ensino Básico de todo o país, os conteúdos de física inserem-se na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias [6], que define *competências e habilidades* a serem desenvolvidas pelos alunos ao longo do percurso de formação básica. Entre as competências a serem desenvolvidas nessa área no Ensino Médio, em que os conteúdos da física médica poderiam claramente ser aproveitados, o documento do MEC inclui as seguintes:

(Competência específica 1) “Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.”

(Competência específica 3) “Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)” [6].

O presente trabalho pretende contribuir apresentando sugestões de aproveitamento e conexão de conteúdos das áreas da física médica para a formação em física dos estudantes do Ensino Médio.

2. Metodologia

Há vários exemplos da física médica que podem ser utilizados como *ilustração* em tópicos de todo conteúdo programático de física do Ensino Médio, ou ainda servirem de *temas transversais* para projetos e pesquisas interdisciplinares. Todos eles permitem aproximar os conceitos da física moderna e contemporânea (FMC) de questões concretas e atuais, com grande chance de serem conhecidas pelos alunos, que, então, poderão contribuir com suas experiências e não serem apenas desafiados a resolver problemas teóricos.

2.1. Exemplos de tópicos da física

- Ultrassom – em *ondas* (mecânicas) e na *acústica*, analisando reflexões e ecos; além da possibilidade de estudar a piezoelectricidade.
- Raios X – Este talvez seja o tópico com mais extensas possibilidades de aplicação no Ensino Médio [7]. É possível utilizá-lo ao tratar das *ondas*, em particular de ondas eletromagnéticas; na *ótica física* (analisando a produção da difração e da polarização dos raios X) e na *ótica geométrica*, analisando sombra e penumbra dos órgãos (tridimensionais) na produção das radiografias (bidimensionais, exceto na tomografia, que permite a visualização de várias seções transversais do corpo do paciente); no *eletromagnetismo*, estudando-se o circuito elétrico do tubo de raios X, e também, já no campo da *física moderna*, para estudar: os *modelos atômicos* (modelo de Rutherford, que

permitiu explicar o fenômeno da *Bremsstrahlung*; modelo de Bohr-Sommerfeld, que auxiliou a interpretar a emissão dos raios X característicos), as *radiações ionizantes* (interações das radiações com tecidos humanos, blindagens pessoais e de ambientes, dosímetros) e a *teoria quântica da radiação* (fótons e suas aplicações) (Fig. 1).

- Ressonância magnética – no estudo das *ondas eletromagnéticas* de rádio e no *eletromagnetismo*; no estudo dos campos magnéticos estáticos, assim como das bobinas de indução eletromagnética, e do fenômeno da ressonância (Fig. 2).
- Radiações nucleares – imagens e terapias com radiações emitidas por radioisótopos (em medicina nuclear) podem ser analisadas no estudo dos modelos atômicos e da radioatividade, em física moderna e contemporânea (Fig. 2).

2.2. Alguns temas transversais e projetos

- Raios X e radioatividade – São tópicos ricos para análise dos pontos de vista da *história*: a época das descobertas, os antecedentes, os personagens, as reações da sociedade e do meio científico [8, 9]; da *biologia* (efeitos biológicos nas células e no DNA); da *química* [10], e da *física*.
- Ciência básica vs. ciência aplicada, como distinguir? – É possível prever com segurança a utilidade de uma pesquisa básica? O que dá valor à pesquisa – dos pontos de vista da fisi-

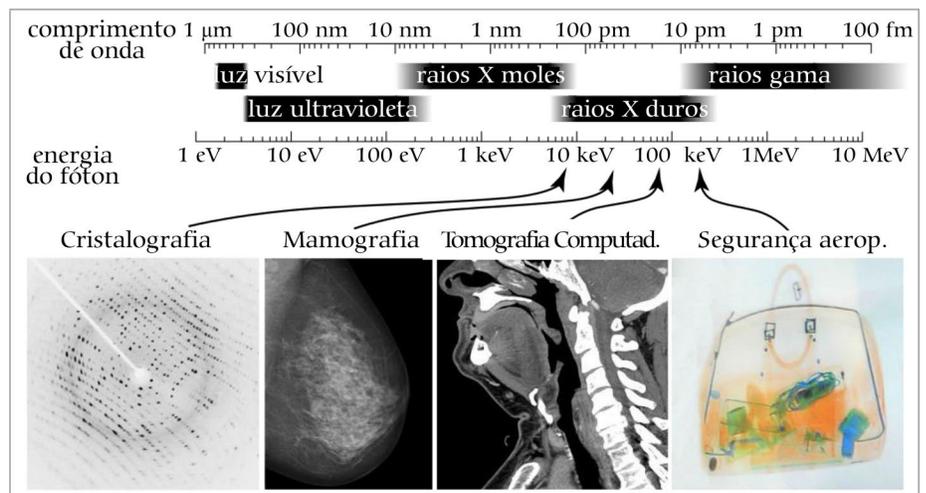


Figura 1 - Espectro eletromagnético, indicando comprimentos de onda e energia de fótons. Abaixo, imagens típicas obtidas com raios X: (a) através de difração em um cristal; (b) em mamografia; (c) em tomografia computadorizada; (d) obtidas em segurança em aeroportos.

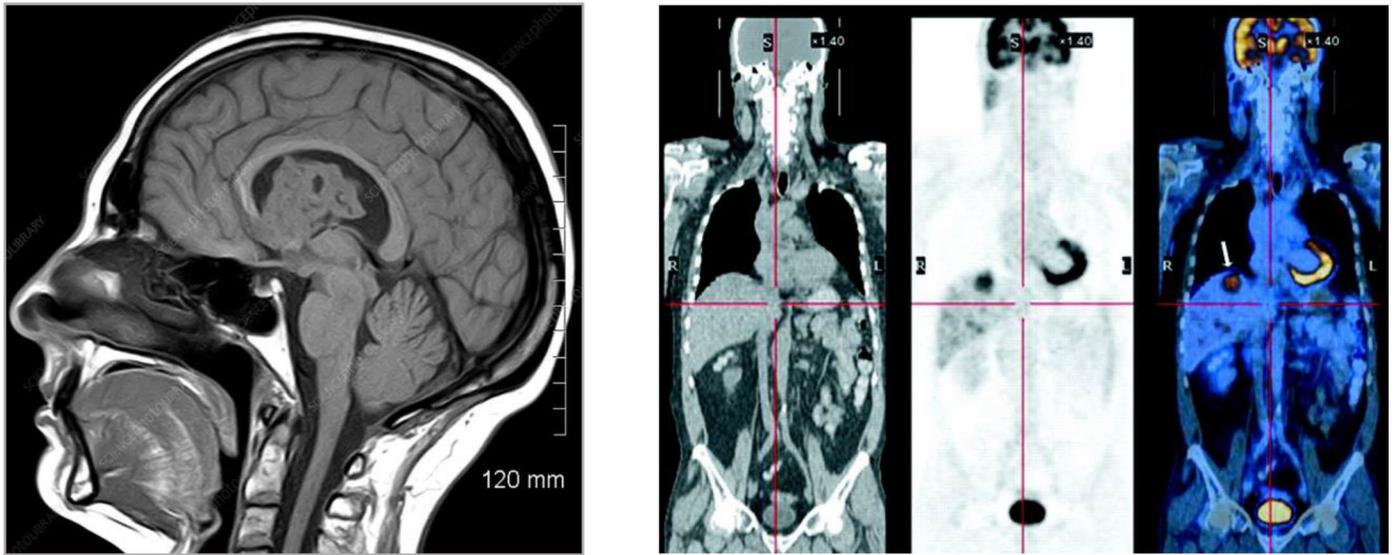


Figura 2 - Uma imagem de crânio obtida por ressonância magnética (IRM)ⁱⁱ. À direita, imagens obtidas em procedimentos de PET/CT em medicina nuclear, utilizando-se radioisótoposⁱⁱⁱ.

ca, da biologia, da química e da história; exemplos históricos de reações iniciais negativas a descobertas fundamentais: a lei de indução eletromagnética de Faraday, a ressonância magnética nuclear etc.

- Comunicação científica – Pode-se explorar a maneira como foi feita e os efeitos da divulgação da descoberta dos raios X, assim como do acidente nuclear de Fukushima (2011) [11] – dos pontos de vista da física, da língua portuguesa, do jornalismo científico e até das artes.
- Radiações e energia nuclear (risco e

preconceito) – Analisando vantagens e riscos do ponto de vista popular e dos pontos de vista da física, da química, da história (inclusive política), da filosofia e da biologia [12, 13, 14].

- A carreira de físico médico – A história da profissão, sua situação atual no Brasil e no mundo, as mulheres na física médica, a formação em física médica, sua prática multidisciplinar (no convívio com médicos, engenheiros, tecnólogos, enfermeiros, técnicos, etc.) [4, 9] (Fig. 3).

A Fig. 4 apresenta um mapa conceitual esquematizando algumas interliga-

ções sugeridas antes.

3. Conclusões

Este trabalho foi motivado principalmente pela percepção de que a maioria dos estudantes secundaristas brasileiros desconhece os campos de aplicação da física e, em particular, da física médica. Isso justamente quando há no país um número significativo de cursos de bacharelado na área da física médica e quando tem aumentado, ainda que moderadamente, o número de vagas para cursos de residência profissional e pós-graduação na área, tanto quanto de vagas profissionais para físicos médicos. Há ainda poucos trabalhos científicos publicados no país sobre essa demanda prática do ensino da física (veja, p. ex., a Ref. [15]). Foi nesse mesmo sentido que publicamos em 2017 nosso livro (Ref. [9]) como subsídio para essa discussão em nível secundário e no início do Ensino Superior.

Elencamos, neste artigo, algumas possibilidades de utilização de exemplos práticos da física médica como ilustração para o ensino de tópicos do conteúdo de física do Ensino Médio, ou como temas transversais para pesquisas e projetos interdisciplinares; adaptados, é claro, às condições e à realidade de cada grupo de alunos e de cada instituição de ensino.

Conforme os autores dos PCN/EM [5]:

“Introduzir esses assuntos no Ensino Médio significa promover nos jovens competências para, por exemplo, ter



Figura 3 - Um físico médico fazendo medições com detector e simulador cilíndrico num tomógrafo clínico^{iv}.

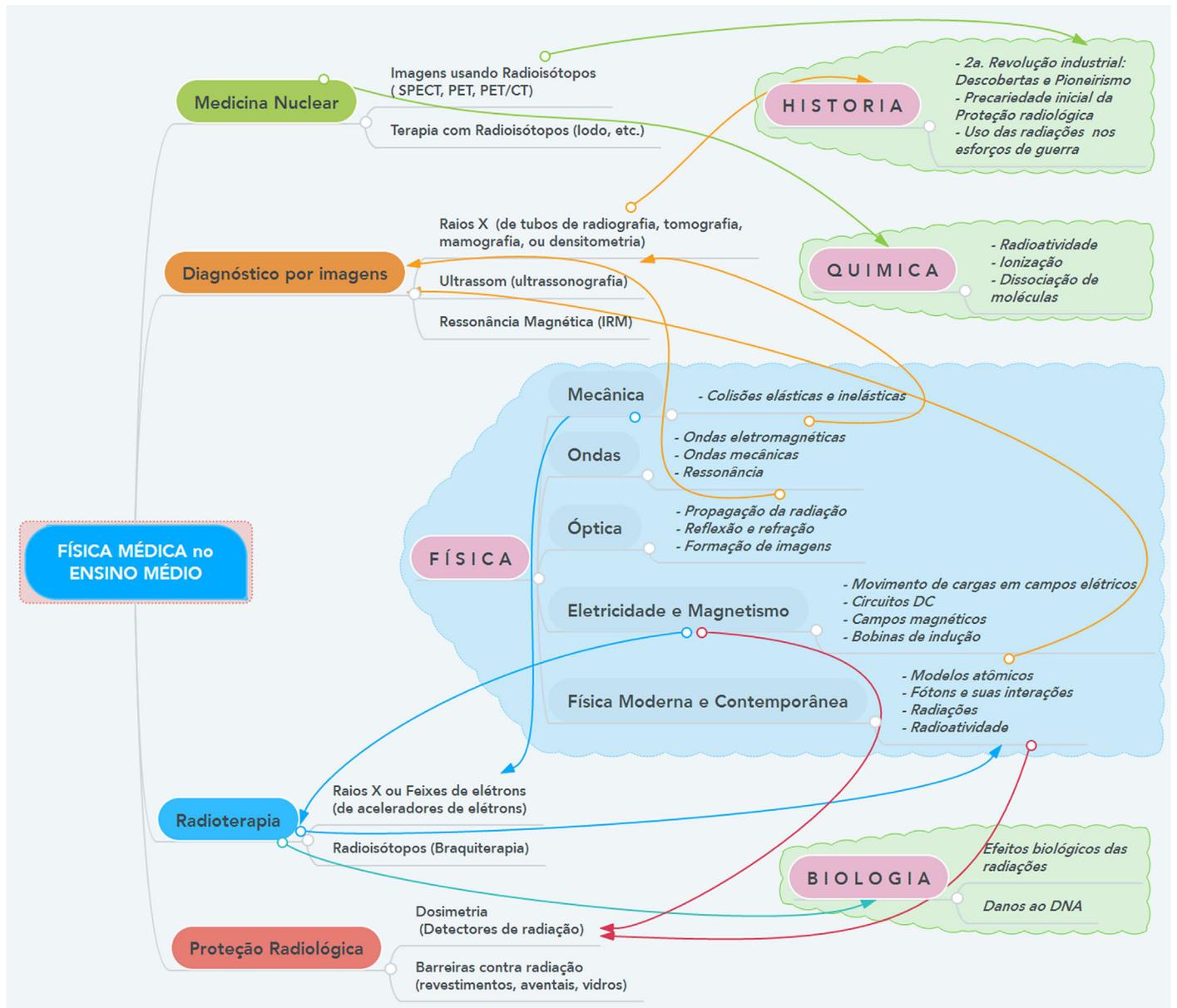


Figura 4 - Mapa conceitual ilustrando algumas interligações possíveis entre os campos da física médica e tópicos de física, química, biologia e história, para ilustração ou projetos transversais no Ensino Médio^v.

condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias etc.)”.

Além disso, é importante e estratégico para o país que mais jovens sejam estimulados a fazer carreira nesse instigante campo de aplicação do conhecimento, cada dia mais necessário para fazer frente à crescente complexidade dos equipamentos e técnicas utilizados no diagnóstico e na terapia médicas.

Uma das grandes dificuldades no ensino e na aprendizagem da física é justamente a falta de percepção da utilidade prática de seus conceitos e de suas possíveis aplicações práticas, o que desmotiva muitos jovens a terem um contato mais profundo com essa ciência.

Seria importante que os professores do Ensino Médio e de graduação ampliassem seu conhecimento sobre as contribuições da física à medicina, de modo que elas pudessem ser levadas para a sala de aula, a fim de serem discutidas com os alunos, de modo a mos-

trar a importância da física básica para o desenvolvimento de aplicações médicas, além de várias novas tecnologias.

Agradecimentos

À Profa. MSc. Cristiane Rodrigues Caetano Tavolaro (PUC-SP e Colégio Dante Alighieri, blog <https://fisicamodernaexperimental.blogspot.com/>) pelas discussões e valiosas sugestões ao artigo.

Referências

- [1] Brasil. Ministério do Trabalho e do Emprego, *Classificação Brasileira de Ocupações (CBO)*. Disponível no link <http://www.mtecbo.gov.br/cbo/site/pages/home.jsf>.
- [2] P.H.S. Smith, F. Nusslin, Med. Phys. Intern. J. **1**,10 (2013).
- [3] International Atomic Energy Agency (IAEA). *Funciones y Responsabilidades y Requisitos de Enseñanza y Capacitación para los Físicos Médicos Clínicamente Cualificados*. Colección del Salud humana del OIEA n° 25 (IAEA, Vienna, 2014).
- [4] M.B. Freitas, R.A. Terini, Rev. Bras. Fis. Médica **13**, 4 (2019).
- [5] Brasil. Ministério da Educação, *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) - Física*. Disponível pelo link <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>.
- [6] Brasil. Ministério da Educação, *Base Nacional Comum Curricular (BNCC) - Ensino Médio*. Disponível no link http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf.
- [7] M.S.T. Araújo, A.J. Souza, Educar **37**, 191 (2010).
- [8] R.A. Terini, Rev. Bras. Fis. Médica **12**, 2 (2018).
- [9] A.C.B. Machado, R.A. Terini, *Uma Introdução à Física Médica* (Ed. Livraria da Física, São Paulo, 2017).
- [10] N.F.L. Silva, *Uma Abordagem para o Ensino de Modelos Atômicos e Radioatividade a partir da História da Ciência*. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, UFTM, 2019. Disponível no endereço <http://200.131.62.27/bitstream/te de/883/5/Dissert Nara F L Silva.pdf>.
- [11] Energia nuclear. *Acidente Nuclear em Fukushima, Japão*. Disponível no endereço <https://pt.energia-nuclear.net/acidentes-nucleares/fukushima.html>.
- [12] A.C. Silva, Invest. Ens. Ciências **22**, 40 (2017).
- [13] M.A. Medeiros, A.C. Lobato, Rev. Ensaio **12**, 65 (2010).
- [14] E. Okuno, E.M. Yoshimura, *Física das Radiações* (Oficina dos Textos, São Paulo, 2010)
- [15] M.F. Parisoto, M.A. Moreira, W.D. Almeida, Física na Escola **15**(1), 19 (2017).

Notas

ⁱhttps://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/X-ray_applications_pt.svg

ⁱⁱ<https://www.sciencephoto.com/media/860898/view/brain-subependymoma-sagittal-t1-weighted-mri>.

ⁱⁱⁱ<https://bjo.bmj.com/content/89/10/1270>.

^{iv}https://www.flickr.com/photos/iaea_imagebank/8434014183.

^vElaborado com auxílio do aplicativo *Mindmeister*, disponível no endereço <https://www.mindmeister.com/maps>.