

A importância dos diferentes níveis de mediações para o ensino do modelo do átomo de Bohr com estudantes do Ensino Fundamental

The importance of the different levels of mediations for the teaching of the Bohr atom model with elementary school students

Savana dos Anjos Freitas

Universidade Luterana do Brasil – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ULBRA/PPGECIM)
savanafreitas_@hotmail.com

Agostinho Serrano de Andrade Neto

Universidade Luterana do Brasil – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ULBRA/PPGECIM)
asandraden@gmail.com

Resumo

As disciplinas de Física e Química são apresentadas aos alunos apenas no último ano do Ensino Fundamental. Logo, é neste primeiro encontro que será possível começar a forjar o interesse - ou aversão - dos estudantes diante dessas disciplinas. O objetivo deste trabalho é compreender quais são as mediações importantes e como elas se combinam para a aprendizagem significativa do modelo do átomo de Bohr no Ensino Fundamental. Como referencial teórico foi adotado a Teoria da Mediação Cognitiva (TMC). A metodologia utilizada foi a utilização de UEPS que tem o intuito de possibilitar uma aprendizagem significativa. Os dados foram coletados mediante a realização de entrevistas seguindo o protocolo *Report Aloud*. Assim, verificamos que o uso das quatro mediações resultou em cinco universais abstratos, dos quais, iremos apresentar dois, na qual evidenciam que o uso de simulações computacionais e a construção de modelos psicofísicos contribuem no processo de ensino e aprendizagem.

Palavras chave: átomo de bohr, ensino de física, ensino fundamental, ueps, tmc.

Abstract

The subjects of Physics and Chemistry are presented to students only in the last year of Elementary School. Therefore, it is in this first encounter that it will be possible to begin to forge the interest - or aversion - of the students in these disciplines. The purpose of this paper is to understand which are the important mediations and how they combine for the meaningful learning of the Bohr atom model in elementary school. Theory of Cognitive Mediation (TCM) was adopted as theoretical reference. The methodology used was the use of PMTU which aims to enable significant learning. Data were collected by conducting

interviews following the Report Aloud protocol. Thus, we have verified that the use of the four mediations resulted in five abstract universals, of which we will present two, in which they show that the use of computational simulations and the construction of psychophysical models contribute to the teaching and learning process.

Key words: bohr atom, physics teaching, elementary school, pmtu, tcm.

Introdução

Essa pesquisa teve início no ano de 2017, em parceria com o subprojeto Pibid de Física da Universidade Luterana do Brasil, sendo um recorte de uma pesquisa de mestrado. O objetivo dessa pesquisa visa a compreender qual o papel dos diferentes níveis de mediações para a aprendizagem significativa do modelo do átomo de Bohr no Ensino Fundamental (EF). Logo, nesse trabalho, será abordado um dos principais pontos discutidos na pesquisa de mestrado.

Para Kiray (2016) os modelos atômicos são uma parte importante do ensino de ciências em todos os níveis, da escola primária à universidade, contudo muitos alunos têm dificuldade em entender e aprender o conceito de átomos. Acreditamos que o ensino do modelo do átomo de Bohr no EF, bem como sua associação com a realidade, pode auxiliar em uma melhor apresentação da disciplina de Física. O átomo de Bohr pode ser explanado sem equações matemáticas, que muitas vezes assustam os alunos, mas sim relacionando-os com fenômenos que podem ser vistos pelos aprendizes, como por exemplo, os fogos de artifícios.

A Química é muitas vezes considerada difícil no EF, gerando talvez o que os autores denominam de “*quimiofobia*”, podendo influenciar na escolha de seguir uma carreira científica. Isso acontece muitas vezes em Física também, por exemplo, se observarmos as salas de aula nas universidades, é visível o número reduzido de alunos nessas graduações (CIPOLLA; FERRARI, 2016).

Segundo Ostermann e Cavalcanti (2001, p.13) “pode ser instigante para os jovens, pois não significa somente estudar o trabalho de cientistas que viveram centenas de anos atrás, mas também assistir cientistas falando na televisão sobre seus experimentos e expectativas para o futuro”. Portanto, consideramos que no 9º ano do EF fosse apresentado também a Física Moderna e Contemporânea (FMC), visto que poderia contribuir no interesse dos alunos pela Física, sendo que, muitos alunos são curiosos por teorias que estão sendo pesquisadas atualmente e que seguem via Internet ou televisão.

De acordo com os resultados do PISA, o interesse por carreiras científicas é semelhante para meninas de 15 anos (27%) e (24%) por meninos no EF em diversos países, porém, até o final do Ensino Médio cerca de apenas 12 % das meninas estão interessas em seguir nas áreas STEM (*science, technology, engineering, and mathematics*) e 40% dos meninos (DARE; ROEHRIG, 2016). É visto a relevância em se trabalhar com alunos do EF sobre Ciências, pois obtém-se um número muito reduzido de estudantes interessados após o término do EF.

Vendo à necessidade de contribuir no ensino de Ciências, vem o questionamento sobre a contribuição que cada mediação pode trazer para o processo de ensino e aprendizagem. A interação entre professor e aluno (mediação social) e o uso de livros didáticos (mediação cultural) são as mediações mais rotineiras no contexto educacional do Brasil. Já o uso de tecnologias (mediação hipercultural) e o uso de objetos (mediação psicofísica) estão aos poucos sendo utilizadas nas salas de aulas. Abaixo, segue uma ilustração (Figura 1) sobre como são os quatro níveis de mediações que Souza (2004) aborda em sua teoria.

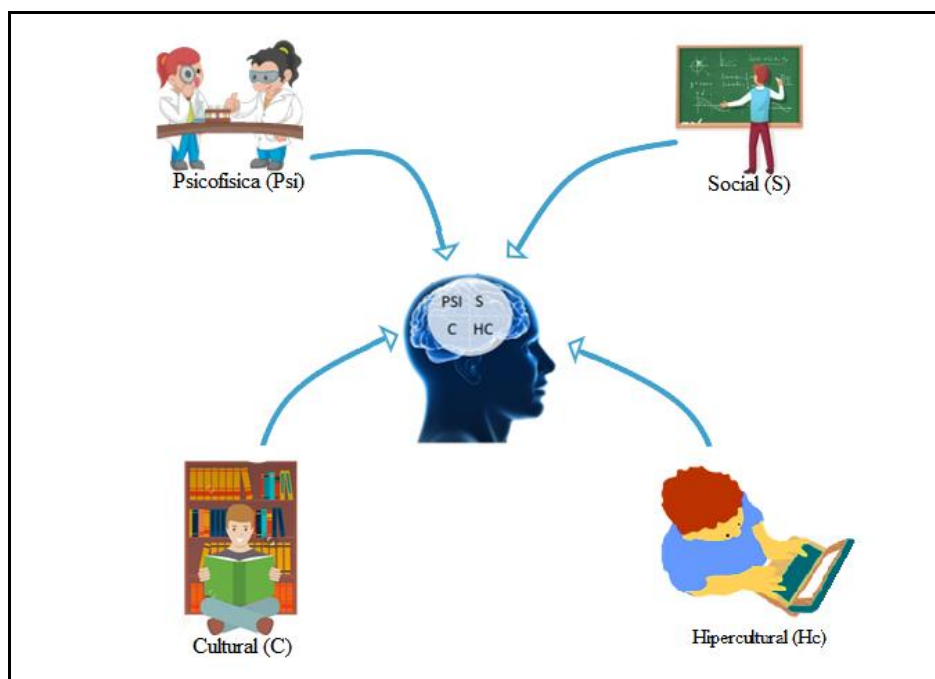


Figura 1: Exemplos de mediações
Fonte: a pesquisa

Perante essa realidade, essa pesquisa teve o objetivo de explorar o ensino do modelo do átomo de Bohr em estudantes do EF mediante o uso da sequência didática de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) (Moreira, 2011) e de uma sequência didática sob a perspectiva da TMC e baseada em UEPS. Assim, este trabalho apresentará dois universais abstratos e dois concretos (ERICKSON, 1986) dos cinco que foram evidenciados de acordo com os resultados, na qual apresentam os resultados que indicam da importância que a mediação hiper-cultural e psicofísica tiveram no processo de ensino e aprendizagem.

Referencial teórico

A TMC é baseada em cinco premissas relativas à cognição humana e ao processamento de dados:

(...) I) A espécie humana tem como maior vantagem evolutiva a capacidade de gerar, armazenar, recuperar, manipular e aplicar o conhecimento de várias maneiras; II) Cognição humana é efetivamente o resultado de algum tipo de processamento de informação; III) Sozinho, o cérebro humano constitui um finito e, em última instância, insatisfatório, recurso de processamento de informação; IV) Praticamente qualquer sistema físico organizado é capaz de executar operações lógicas em algum grau; V) Seres humanos complementam o processamento da informação cerebral por interação com os sistemas físicos externos organizados (SOUZA et al., 2012, p.2, tradução nossa).

A partir dessas cinco premissas, obtém-se uma imagem da cognição humana, no qual os indivíduos desenvolvem e empregam o conhecimento mediante o processamento de informações que é feita no cérebro. Essa capacidade de processamento de informações é limitada e insatisfatória (SOUZA et al., 2012).

Nesse sentido, utilizamos o processamento externo por meio da interação com estruturas do ambiente para aumentar nossa própria capacidade de processamento de informações, isto é,

por meio de mediações e do processamento extracerebral de informações (TREVISAN; SERRANO, 2016).

Segundo Souza et al. (2014, p. 211) “os indivíduos complementam e suplementam a sua capacidade mental por meio do processamento de informações realizado por elementos do seu ambiente (cognição extracerebral), um processo denominado de ‘Mediação’”. Portanto, a TMC aborda quatro formas de mediação: psicofísica, social, cultural e hipercultural. A seguir, segue uma tabela com a descrição de cada uma das quatro mediações que são explanadas na TMC.

MEDIAÇÃO	MECANISMO EXTERNO	MECANISMO INTERNO	PROCESSAMENTO EXTRACEREBRAL
PSICOFÍSICA	Física do objeto e do ambiente	Sistemas sensoriais	Percepção
SOCIAL	Interação entre indivíduos	Habilidades sociais	Percepção e memória
CULTURAL	Sistemas simbólicos e artefatos	Conhecimento tradicional e/ou formais	Percepção, memória, categorização e aprendizagem
HIPERCULTURAL	Tecnologia da informação	Conceito e habilidades do domínio da TI	Percepção, memória, categorização e aprendizagem, julgamento, elaboração, tomada de decisões.

Tabela 2: Mediações conforme a TMC

Fonte: Adaptação de Souza (2004)

Assim, é possível ter uma melhor compreensão das mediações e como elas funcionam diante dos mecanismos externos e internos, bem como ocorre o processamento extracerebral.

Problema de pesquisa e metodologia

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: Fase I e Fase II. A primeira fase foi trabalhada o conteúdo de Ondas Eletromagnéticas e a segunda fase foi desenvolvida o conceito do modelo do átomo de Bohr. A Fase I dessa pesquisa foi executada tendo 25 encontros com os estudantes, onde foi aplicado o total de sete UEPS (Moreira, 2011).

A Fase II do projeto, efetuada durante três meses (setembro a novembro), teve a aplicação de seis sequências didáticas sob a perspectiva da TMC baseada em UESP, que foram elaboradas pelos presentes autores desse trabalho. A sequência didática sob a perspectiva da TMC baseada em UEPS foi elaborada onde contemplasse as mediações da TMC e tendo como embasamento a UEPS. Ela foi elaborada de uma maneira que fosse constituída em quatro etapas e preparada de uma maneira que facilitasse aos estudantes lembrarem os conteúdos apresentados anteriormente, então as quatro etapas da sequência didática proposta são: 1) Situação inicial; 2) Explanação do conteúdo; 3) Atividade por meio das mediações da TMC; e, 4) Avaliação aprendizagem e da sequência didática.

As atividades da Fase II foram elaboradas conforme as mediações, cada aula foi realizada baseada em alguma mediação. A mediação Social ocorreu por meio de aulas no quadro branco. Os professores estimulavam os alunos a debaterem no grande grupo ao realizarem perguntas sobre o átomo de Bohr. A mediação Cultural aconteceu com o uso do livro didático

de Ciências do 9º ano, na qual, em duplas, os estudantes partilhavam no grande grupo o que eles haviam entendido do átomo de Bohr conforme o livro.

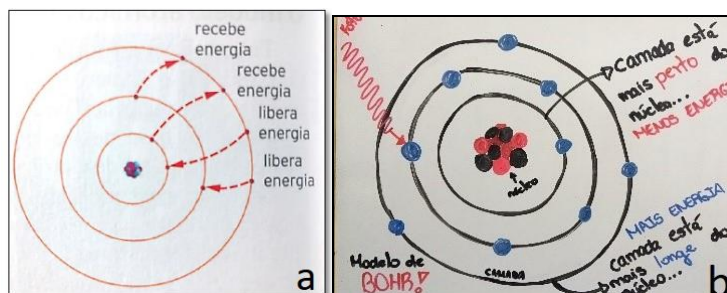


Figura 2: (a) Imagem do átomo de Bohr no livro didático. (b) Imagem do átomo de Bohr no quadro branco.

Fonte: a pesquisa

A mediação Psicofísica foi proposta onde os alunos interagiam com um modelo do átomo de Bohr feito com isopor e LED. No isopor foi desenhado uma representação das órbitas do modelo do átomo de Bohr e cada vez que o elétron saltava de uma órbita para outra, o aluno tinha a oportunidade de verificar isso por meio das luzes de LED. Por meio de um roteiro¹, os estudantes tinham instruções sobre como proceder com a simulação computacional. A simulação computacional, *The Bohr Atom*², possibilitava aos alunos a interagirem com os saltos de uma órbita a outra e observar o que ocorria no momento da absorção e emissão de energia.

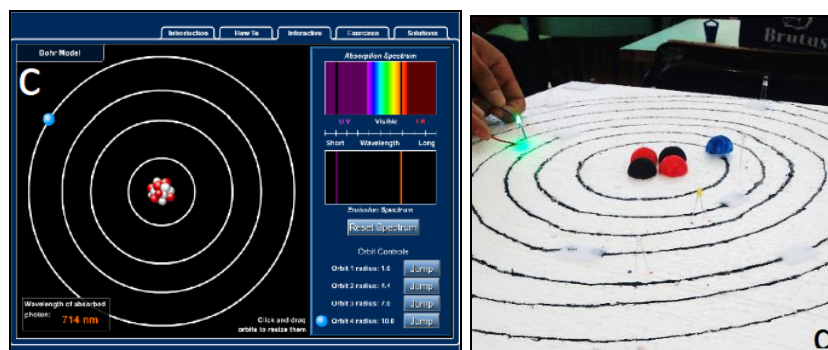


Figura 3: (c) Imagem da simulação computacional *The Bohr Atom*. (d) Imagem do modelo de LED.

Fonte: a pesquisa

A coleta de dados ocorreu em novembro por meio de uma entrevista seguindo o protocolo *Report Aloud* (RAMOS, 2015) que é uma adaptação da técnica “*Think Aloud*” (VAN-SOMEREN et al., 1994). As entrevistas foram realizadas e gravadas com cinco estudantes, logo após, foram transcritas tal como os áudios feito pelos alunos (*sic*), para a devida análise. A análise aconteceu através da análise gestual descritiva de Monaghan e Clemente (1999) e por análise verbal.

Desse modo, por meio do que os alunos reportaram durante a entrevista e seus gestos, pode-se relacionar-se suas explicações de acordo com as quatro mediações desenvolvidas durante a

¹ <https://drive.google.com/open?id=1wPSqyopG3lpuZaxTj4EmZpGBmxeRmdPe>

²

https://highered.mheducation.com/olcweb/cgi/pluginpop.cgi?it=swf::800::600::/sites/dl/free/0072482621/59229/Bohr_Nav.swf::The%20Bohr%20Atom

pesquisa.

Análise e discussão dos resultados

Após a coleta de dados foi identificado que o uso das quatro mediações serviu para o ensino de determinados conceitos. Logo, foram obtidos cinco universais abstratos e universais concreto (ERICKSON, 1986), porém para este presente trabalho será explanado dois universais abstratos e concretos com maior profundidade.

I. A imagem de átomo surge de diversas formas, podendo ser oriunda da mediação psicofísica ou de mediação cultural (como em livros ou séries de televisão);

II. A ideia de fóton está relacionada com a mediação hipercultural e a imagem das camadas eletrônicas relacionada com a mediação psicofísica;

Nessa pesquisa é possível ver as particularidades de cada estudante, tanto que, dividimos os estudantes em categorias, pois cada uma evidenciou uma mediação diferente, ou mediações juntas, em seu processo de ensino-aprendizagem.

A seguir é apresentado dois universais concretos oriundos dessa pesquisa.

I. O estudante A6 ao ser questionado como imaginava sobre o que era o átomo de Bohr, ele menciona o modelo do átomo de Bohr de LED (mediação psicofísica).

E: Quando fala em átomo de Bohr, o que que tu ta imaginando?

A6: Ah, eu não sei te dizer, mas a cabeça ela pensa um monte de coisa.

E: O que que tu ta imaginando?

A6: Da pra lembrar daquela coisa [00:46, #ABL] que a gente fez, no caso na aula passada do isopor.

O aluno A3 cita uma série de televisão (mediação cultural) ao responder sobre como ele imaginava o átomo de Bohr

A3: O átomo eu imagino...(Aluno desenha)

E: Tu viu isso em algum lugar né? Se lembra onde tu viu?

A3: Na série do The Big Bang Theory

II. Em relação a imagem que eles têm do fóton, o estudante A1, por exemplo, retrata a imagem que ele lembra da simulação computacional (mediação hipercultural).

E: E esse fóton, como é a cara dele como ele se parece, como tu imagina?

A1: Um raio.

E: Um raio, um raio que aparece ali ou em outro lugar?

A1: Que aparece na imagem do computador.

Já o estudante A2, menciona que as mudanças de camada ele imagina no modelo do átomo de Bohr de LED (mediação psicofísica).

A2: Quando a gente pegava a bolinha[10:52, #E] e botava, vamos dizer da órbita menor e pulava vamos dizer para a terceira camada e pegava a bateriazinha e botava na luz, aquilo me chamou atenção, que eu achei que aquilo teria sido, tipo pensava ah, que eu pensava assim, que já que ta mudando a cor então cada uma, cada cor deve ser alguma coisa diferença aí eu comecei a me lembrar das outras matérias também.

Os dois universais concretos abordados nessa seção trazem evidências que o conceito e a imagem mental do fóton foram relacionados mediante o uso da simulação computacional (hipercultural) e do modelo construído com LED (mediação psicofísica). A imagem que os estudantes visualizam ao serem questionados sobre o que é o átomo de Bohr é advinda do modelo de LED (mediação psicofísica) e de uma série de televisão (mediação cultural).

A imagem do átomo é associada pelos alunos advindas da mediação cultural, como uma série de televisão ou algum livro, já a imagem do fóton foi oriunda apenas após o uso da mediação hipercultural e por fim as órbitas eletrônicas logo após os alunos terem utilizado a mediação psicofísica.

A mediação hipercultural foi essencial para os alunos compreenderem da mecânica do modelo do átomo de Bohr, sendo que, as entrevistas evidenciaram que a mediação hipercultural foi essencial para os estudantes complementarem o que imaginavam referente ao átomo de Bohr.

Após a análise foi possível identificar que tanto o uso da simulação computacional como o a interação com o modelo de LED auxiliaram para uma melhor visualização e entedimento sobre o modelo do átomo de Bohr.

Conclusões

A importância dos quatro diferentes níveis de mediação auxiliou de uma maneira diferente em determinados conceitos e em diferentes alunos. Todas mediações foram importantes, algumas se sobressaíram mais que os demais e algumas se complementaram. Os professores foram como mediadores durante as atividades (mediação social), a confecção do átomo de Bohr com isopor (mediação psicofísica) possibilitou aos alunos a compreenderem sobre os saltos de uma órbita a outra. Já a simulação computacional (mediação hipercultural) cooperou no entendimento sobre a mecânica do modelo e por fim, o uso do livro didático, ou até mesmo uma série de TV, como mencionado por um aluno, retrata a imagem de um átomo.

Defronte dos resultados mencionados até então, pode-se observar que a utilização das quatro mediações auxiliou no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes de EF sobre o modelo do átomo de Bohr, porém, as mediações hipercultural e psicofísica tiveram maior evidências. Demonstraram-se em ser mais completas e de certa maneira, preencheu determinadas lacunas em que os alunos não haviam compreendido apenas com a explicação do professor ou a visualização em um livro didático.

Essas duas mediações foram as últimas a serem exploradas pelos estudantes onde eles tiveram a oportunidade de compreender e visualizar conceitos que não são possíveis de se verem a olho nu, como as órbitas eletrônicas e o fóton. Pois, diante dessas duas mediações, os alunos puderam interagir diretamente com o modelo do átomo de Bohr, na qual eles mesmo moviam o elétron e uma órbita a outra. Conforme a realidade vista no transcórre de todo o desenvolvimento dessa pesquisa, salientamos a importância de cada vez mais ser utilizado atividades onde os alunos possam interagir e descobrir por si só os conceitos científicos utilizando simulações computacionais ou com materiais que sejam acessíveis.

Agradecimentos e apoios

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Referências

- CIPOLLA, L.; FERRARI, L. A. Big atoms for small children: Building atomic models from common materials to better visualize and conceptualize atomic structure. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 6, p. 1068-1072, 2016.
- DARE, E. A.; ROHRIG, G. H. "If I had to do it, then I would": Understanding early middle school students' perceptions of physics and physics-related careers by gender. **Physical Review Physics Education Research**, v. 12, n. 2, p. 020117-1-020117-11, 2016.
- ERICKSON, F. **Qualitative Methods in Research on Teaching**. In: WITTROCK, Merlin C. Handbook of Research on Teaching. Ed. New York: MacMillan, p. 119-161, 1986.
- KIRAY, S. A. The pre-service science teachers' mental models for concept of atoms and learning difficulties. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, v. 4, n. 2, p. 147-162, 2016.
- MONAGHAN, J. M.; CLEMENT, J. Use of a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 9, p. 921-944, 1999.
- MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS**. Aprendizagem Significativa em Revista. Meaningful Learning Review, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.
- OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. Um pôster para ensinar Física de Partículas na escola. **Física na escola**. São Paulo. v. 2, n. 1, p. 13-18, 2001.
- RAMOS, A. F. **Estudo do Processo de Internalização de Conceitos de Química Utilizando Software de Modelagem Molecular**: Uma proposta para o ensino médio e superior. 2015. 230 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2015.
- SOUZA, B. C. **A Teoria da Mediação Cognitiva: os impactos cognitivos da Hipercultura e da mediação digital**. 2004. 282 f. Tese (Doutorado em Psicologia), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.
- SOUZA, B. C.; SILVA, A.S.; SILVA, A.M.S.; ROAZZI, A.; CARRILHO, S.L.S. Putting the Cognitive Mediation Networks Theory to the test: Evaluation of a framework for understanding the digital age. **Computers in Human Behavior**, v. 28, n. 6, p. 2320-2330, 2012.
- SOUZA, M. G. T. C.; SOUZA, B.C.; ROAZZI, A.; SILVA, E.S. Era digital e a propensão ao homicídio: a hipercultura enquanto oposição à cultura da honra. **Amazônica**, v. 13, n. 1, p. 209-227, 2014.
- TREVISAN, R.; SERRANO, A. Um estudo da relação entre as imagens mentais utilizadas por estudantes de mecânica quântica e seu perfil epistemológico: uma investigação pela metodologia *report aloud*. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 11, n. 2, p. 212-227, 2016.
- VAN SOMEREN, M. W; BARNARD, Y. F.; SANDBERG, J. A.C. **The Think Aloud Method: a practical guide to modeling cognitive processes**. Academic Press; London, 1994.