

Towards a More Effective LMS Interface: A Conceptual Framework Based on Cognitive Interaction

Ke Arah Antara Muka LMS yang Lebih Efektif: Satu Kerangka Konseptual Berasaskan Interaksi Kognitif

Mohd Nazaruddin Hanapiah*, Siti Fadzilah Mat Noor, Hazura Mohamed

Faculty of Information Science & Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi Selangor, Malaysia

*Corresponding author: Mohd Nazaruddin Hanapiah (e-mail: P154327@siswa.ukm.edu.my)

ABSTRACT

Learning Management Systems (LMS) have become a core component of digital learning environments, particularly in Technical and Vocational Education and Training (TVET) institutions, by supporting instructional delivery, communication, assessment, and academic administration. Despite their widespread adoption, many LMS platforms continue to face challenges related to usability, interaction complexity, and learning effectiveness. Previous studies have extensively examined usability, system quality, and user satisfaction; however, limited attention has been given to the cognitive mechanisms that influence user interaction within LMS environments. Therefore, this study proposes a theory-driven conceptual framework that integrates Human-Computer Interaction (HCI), Cognitive Load Theory (CLT), and Mental Model Theory to explain how interface design influences cognitive processing and user interaction efficiency in LMS environments. The proposed conceptual framework identifies usability, navigation structure, visual design, and system feedback as key interface design dimensions that influence extraneous cognitive load, which subsequently affects user interaction efficiency and system use effectiveness. In addition, mental model alignment is highlighted as an important element that shapes how users understand, navigate, and interact with LMS platforms more effectively. By integrating multiple theoretical perspectives into a cognitively grounded conceptual framework, this study contributes to the advancement of LMS interface design research beyond traditional usability-focused approaches. The proposed framework also provides conceptual and practical guidance for developing cognitively efficient, user-centred LMS platforms that are aligned with the needs of TVET learning environments.

Keywords: Learning Management System, Human-Computer Interaction, Cognitive Load Theory, Mental Model Theory, Interface Design

ABSTRAK

Sistem Pengurusan Pembelajaran (LMS) telah menjadi komponen utama dalam persekitaran pembelajaran digital, termasuk di institusi Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET), dengan menyokong penyampaian pengajaran, komunikasi, pentaksiran dan pentadbiran akademik. Walaupun penggunaannya semakin meluas, banyak platform LMS masih berhadapan dengan cabaran berkaitan kebolegunaan, kerumitan interaksi dan keberkesanan pembelajaran. Kajian terdahulu telah meneliti aspek kebolegunaan, kualiti sistem dan kepuasan pengguna secara meluas, namun perhatian yang terhad diberikan kepada mekanisme kognitif yang mempengaruhi interaksi pengguna dalam persekitaran LMS. Oleh itu, kajian ini mencadangkan satu kerangka konseptual berasaskan pembinaan teori yang mengintegrasikan Interaksi Manusia-Komputer (HCI), Teori Beban Kognitif (CLT) dan Teori Model Mental bagi menerangkan bagaimana reka bentuk antara muka mempengaruhi pemrosesan kognitif dan kecekapan interaksi pengguna dalam LMS. Kerangka konseptual yang dicadangkan mengenal pasti kebolegunaan, struktur navigasi, reka bentuk visual dan maklum balas sistem sebagai dimensi utama reka bentuk antara muka yang mempengaruhi beban kognitif luaran, seterusnya memberi kesan kepada kecekapan interaksi pengguna serta keberkesanan penggunaan sistem. Selain itu, penjabaran model mental diketengahkan sebagai elemen penting yang mempengaruhi cara pengguna

memahami, menavigasi dan berinteraksi dengan LMS secara lebih berkesan. Dengan mengintegrasikan pelbagai perspektif teori ke dalam satu kerangka konseptual berasaskan kognitif, kajian ini menyumbang kepada pengembangan penyelidikan reka bentuk antara muka LMS yang melangkaui pendekatan tradisional yang hanya memfokuskan kepada kebolegunaan. Kerangka konseptual yang dicadangkan turut menyediakan panduan konseptual dan praktikal bagi pembangunan LMS yang lebih cekap dari sudut kognitif, berpusatkan pengguna dan selaras dengan keperluan persekitaran pembelajaran TVET.

Kata kunci: Sistem Pengurusan Pembelajaran, Interaksi Manusia-Komputer, Teori Beban Kognitif, Teori Model Mental, Reka Bentuk Antara Muka

PENGENALAN

Seiring dengan transformasi digital dalam sektor pendidikan, Sistem Pengurusan Pembelajaran (LMS) telah berkembang menjadi komponen teras yang menyokong penyampaian pengajaran, interaksi akademik, pentaksiran serta pengurusan pembelajaran dalam institusi pendidikan tinggi di seluruh dunia (Al-Fraihat et al. 2025; Davidson-Shivers & Rand 2023). Perkembangan teknologi pendidikan turut memperkukuhkan peranan LMS sebagai platform yang menyediakan persekitaran pembelajaran yang fleksibel, berskala dan mudah diakses oleh pelbagai kategori pengguna. Walaupun penggunaan LMS semakin meluas, banyak platform LMS masih berhadapan dengan cabaran berkaitan kebolegunaan, pengalaman pengguna dan keberkesanan interaksi. Struktur navigasi yang kompleks, reka bentuk visual yang tidak konsisten serta maklum balas sistem yang kurang jelas boleh meningkatkan usaha mental pengguna semasa berinteraksi dengan sistem, sekali gus menjejaskan kecekapan pelaksanaan tugas dan pengalaman pembelajaran secara keseluruhan (Koca 2025; Liao 2025; Liu & Qu 2026). Isu ini menjadi lebih signifikan dalam persekitaran pembelajaran yang kompleks dan berorientasikan tugas seperti Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET), di mana pengguna perlu mengurus pelbagai aktiviti pengajaran, pentaksiran dan komunikasi secara serentak dalam satu platform digital (Evangelista et al. 2024).

Walaupun penyelidikan berkaitan LMS telah berkembang pesat, kebanyakan kajian terdahulu masih memberi tumpuan kepada aspek kebolegunaan, kualiti sistem, kepuasan pengguna dan penerimaan teknologi secara berasingan. Namun demikian, mekanisma kognitif yang mendasari interaksi pengguna dalam persekitaran LMS masih belum dijelaskan secara menyeluruh. Dari perspektif teori, Interaksi Manusia-Komputer menerangkan aspek kebolegunaan dan reka bentuk interaksi (Dix et al. 2004; Norman 2013), Teori Beban Kognitif menjelaskan batasan pemprosesan maklumat dalam memori kerja manusia (Sweller 2011), manakala Teori Model Mental menerangkan bagaimana pengguna membentuk pemahaman terhadap struktur dan fungsi sistem berdasarkan pengalaman dan jangkaan terdahulu (Koo & Jo 2025). Namun demikian, integrasi ketiga-tiga perspektif ini dalam konteks reka bentuk LMS masih terhad. Oleh itu, artikel ini mencadangkan satu kerangka konseptual berasaskan pembinaan teori yang mengintegrasikan Interaksi Manusia-Komputer, Teori Beban Kognitif dan Teori Model Mental bagi menerangkan bagaimana kebolegunaan, struktur navigasi, reka bentuk visual dan maklum balas sistem mempengaruhi beban kognitif luaran, kecekapan interaksi pengguna dan hasil pembelajaran. Kerangka konseptual yang dicadangkan diharapkan dapat menyumbang kepada pembangunan LMS yang lebih cekap dari sudut kognitif dan lebih berpusatkan pengguna, khususnya dalam konteks TVET.

KAJIAN BERKAITAN

Penyelidikan berkaitan Sistem Pengurusan Pembelajaran (LMS) telah berkembang secara signifikan dalam beberapa dekad kebelakangan ini, khususnya dalam aspek kebolegunaan, pengalaman pengguna, kualiti sistem dan penerimaan teknologi. Kajian terdahulu menunjukkan bahawa reka bentuk antara muka memainkan peranan penting dalam menentukan keberkesanan interaksi pengguna, kecekapan pelaksanaan tugas dan pencapaian hasil pembelajaran (Al-Fraihat et al. 2025; Koca 2025). Dari perspektif Interaksi Manusia-Komputer, elemen seperti kebolegunaan, struktur navigasi, reka bentuk visual dan maklum balas sistem dikenal pasti sebagai faktor utama yang mempengaruhi pengalaman pengguna semasa berinteraksi dengan sistem digital (Dix et al. 2004; Norman 2013). Pada masa yang sama, Teori Beban Kognitif menjelaskan bahawa kerumitan antara muka dan penyampaian maklumat yang tidak teratur boleh meningkatkan beban kognitif luaran, sekali gus menjejaskan

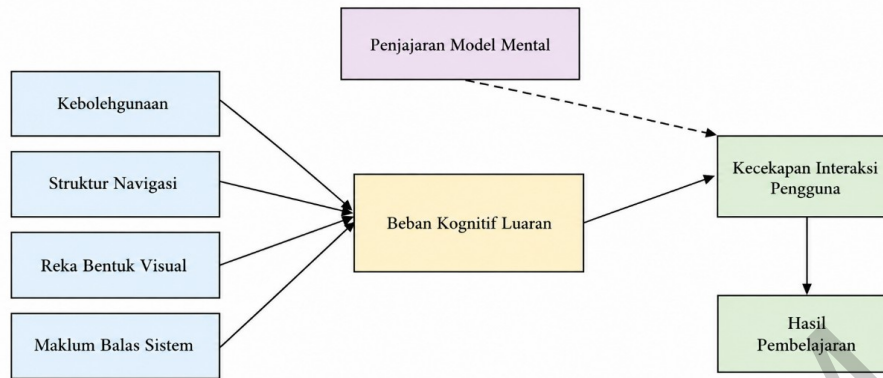
kecekapan interaksi dan pembelajaran (Sweller 2011; Liao 2025). Selain itu, Teori Model Mental menerangkan bahawa pengguna membentuk pemahaman terhadap struktur dan fungsi sistem berdasarkan pengalaman dan pengetahuan terdahulu, di mana penjajaran antara reka bentuk sistem dan model mental pengguna dapat meningkatkan kefahaman serta mengurangkan usaha kognitif semasa interaksi (Koo & Jo 2025; Norman 2013). Walaupun ketiga-tiga perspektif ini telah digunakan secara meluas dalam penyelidikan sistem digital dan teknologi pendidikan, integrasi Interaksi Manusia-Komputer, Teori Beban Kognitif dan Teori Model Mental dalam satu kerangka konseptual yang menerangkan hubungan antara reka bentuk antara muka, pemprosesan kognitif dan kecekapan interaksi dalam LMS masih terhad. Ringkasan konstruk utama dan asas teori yang menyokong pembangunan kerangka konseptual kajian ini ditunjukkan dalam Jadual 1.

JADUAL 1. Ringkasan Konstruk Utama dan Asas Teori Kerangka Konseptual Kajian.

Konstruk	Peranan	Asas Teori
Kebolegunaan	Mengurangkan beban kognitif	Interaksi Manusia-Komputer
Struktur Navigasi	Menyokong pelaksanaan tugas	Interaksi Manusia-Komputer
Reka Bentuk Visual	Menyokong pemprosesan maklumat	Interaksi Manusia-Komputer, Teori Beban Kognitif
Maklum Balas Sistem	Mengurangkan ketidakpastian pengguna	Interaksi Manusia-Komputer
Beban Kognitif Luaran	Pemboleh ubah pengantara	Teori Beban Kognitif
Penjajaran Model Mental	Membimbing pemahaman dan navigasi pengguna	Teori Model Mental
Kecekapan Interaksi	Hasil interaksi pengguna	Interaksi Manusia-Komputer
Hasil Pembelajaran	Hasil akhir pembelajaran	Teori Beban Kognitif

Berdasarkan sintesis literatur dan konstruk yang dirumuskan dalam Jadual 1, kajian ini mencadangkan satu kerangka konseptual yang mengintegrasikan perspektif Interaksi Manusia-Komputer, Teori Beban Kognitif dan Teori Model Mental bagi menerangkan hubungan antara reka bentuk antara muka LMS, pemprosesan kognitif dan hasil interaksi pengguna. Kerangka konseptual yang dicadangkan adalah untuk mengenal pasti kebolegunaan, struktur navigasi, reka bentuk visual dan maklum balas sistem sebagai dimensi utama reka bentuk antara muka yang mempengaruhi beban kognitif luaran. Beban kognitif luaran seterusnya mempengaruhi kecekapan interaksi pengguna, yang akhirnya memberi kesan kepada hasil pembelajaran. Selain itu, penjajaran model mental diletakkan sebagai elemen penting yang mempengaruhi hubungan antara reka bentuk antara muka dan kecekapan interaksi pengguna. Pendekatan ini membolehkan penjelasan yang lebih menyeluruh tentang bagaimana struktur antara muka bukan sahaja mempengaruhi tingkah laku pengguna, tetapi juga proses kognitif yang berlaku semasa interaksi dengan LMS. Hubungan antara konstruk-konstruk yang dicadangkan dalam kajian ini ditunjukkan dalam Rajah 1.

Kerangka konseptual yang dicadangkan bertujuan untuk menangani jurang teori dalam penyelidikan LMS yang masih memberi tumpuan secara berasingan kepada aspek kebolegunaan, penerimaan teknologi dan kualiti sistem. Melalui integrasi Interaksi Manusia-Komputer, Teori Beban Kognitif dan Teori Model Mental, kajian ini mengemukakan satu perspektif yang lebih holistik untuk menerangkan bagaimana reka bentuk antara muka mempengaruhi pemprosesan kognitif, kecekapan interaksi dan hasil pembelajaran pengguna. Kerangka konseptual ini turut menekankan peranan beban kognitif luaran dalam menjelaskan hubungan antara reka bentuk antara muka dan interaksi pengguna, serta peranan penjajaran model mental dalam menyokong pemahaman dan interaksi pengguna yang lebih berkesan dalam persekitaran LMS. Pendekatan ini diharapkan dapat memperkukuhkan asas teoritikal bagi pembangunan LMS yang lebih cekap dari sudut kognitif dan lebih berpusatkan pengguna.



RAJAH 1. Kerangka Konseptual Interaksi Kognitif bagi Reka Bentuk Antara Muka LMS yang Mengintegrasikan Interaksi Manusia-Komputer, Teori Beban Kognitif dan Teori Model Mental.

METODOLOGI

Kajian ini menggunakan pendekatan pembinaan teori (theory building) bagi membangunkan satu kerangka konseptual yang menerangkan hubungan antara reka bentuk antara muka LMS, pemrosesan kognitif dan hasil interaksi pengguna. Pendekatan ini dipilih kerana objektif utama kajian adalah untuk mensintesis dan mengintegrasikan pelbagai perspektif teori ke dalam satu kerangka konseptual yang dapat menjelaskan fenomena yang dikaji secara lebih menyeluruh. Menurut Grant dan Osanloo (2014), kerangka teori berfungsi sebagai blueprint yang membimbing penyelidik dalam menjelaskan hubungan antara konstruk secara sistematik, manakala Ravitch dan Carl (2019) menjelaskan bahawa kerangka konseptual menghubungkan konsep, teori dan pemboleh ubah kajian bagi membentuk asas yang kukuh untuk penyelidikan empirikal.

Pembangunan kerangka konseptual ini dilaksanakan melalui proses sintesis literatur dan integrasi teori yang relevan. Proses ini melibatkan pengenalpastian konstruk utama, penentuan hubungan antara konstruk serta penjelasan mekanisme yang menerangkan bagaimana reka bentuk antara muka mempengaruhi interaksi pengguna dalam persekitaran LMS (Jatkiewicz 2025). Pendekatan ini membolehkan pembentukan satu kerangka konseptual dan seterusnya model yang mempunyai asas teoritikal yang jelas serta berpotensi untuk diuji dalam kajian empirikal pada masa hadapan.

Pembangunan kerangka konseptual ini dilaksanakan melalui proses sintesis dan integrasi tiga perspektif teori utama iaitu integrasi Interaksi Manusia-Komputer, Teori Beban Kognitif dan Teori Model Mental. Interaksi Manusia-Komputer digunakan untuk mengenal pasti dimensi reka bentuk antara muka yang mempengaruhi interaksi pengguna, manakala Teori Beban Kognitif digunakan untuk menerangkan kesan reka bentuk antara muka terhadap beban kognitif pengguna. Seterusnya, Teori Model Mental digunakan untuk menjelaskan bagaimana pengalaman dan jangkaan pengguna mempengaruhi proses interpretasi serta interaksi dengan sistem. Integrasi ketiga-tiga teori ini membolehkan pembentukan satu kerangka konseptual yang lebih menyeluruh dalam menerangkan hubungan antara reka bentuk antara muka dan hasil interaksi pengguna (Norman 2013; Sweller 2011; Koo & Jo 2025).

Proses pembangunan kerangka konseptual dilaksanakan melalui beberapa langkah utama:

1. Mengenal pasti teori dan konstruk utama yang berkaitan dengan reka bentuk antara muka LMS.
2. Menganalisis hubungan antara konstruk berdasarkan literatur terdahulu.
3. Mengintegrasikan perspektif Interaksi Manusia-Komputer, Teori Beban Kognitif dan Teori Model Mental ke dalam satu kerangka konseptual.
4. Membentuk hubungan konseptual antara reka bentuk antara muka, beban kognitif, kecekapan interaksi dan hasil pembelajaran.

Hasil daripada proses ini ialah satu kerangka konseptual yang meletakkan kebolehgunaan, struktur navigasi, reka bentuk visual dan maklum balas sistem sebagai dimensi utama reka bentuk antara muka yang mempengaruhi beban kognitif luaran. Beban kognitif luaran seterusnya mempengaruhi kecekapan interaksi pengguna dan hasil pembelajaran, manakala penjajaran model mental berfungsi sebagai faktor penyederhana dalam hubungan tersebut. Kerangka konseptual ini menyediakan asas teoritikal yang kukuh untuk penyelidikan empirikal pada masa hadapan serta boleh digunakan sebagai panduan dalam pembangunan LMS yang lebih cekap, intuitif dan berpusatkan pengguna.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Hasil utama kajian ini ialah pembangunan satu kerangka konseptual yang mengintegrasikan Interaksi Manusia-Komputer, Teori Beban Kognitif dan Teori Model Mental bagi menerangkan hubungan antara reka bentuk antara muka LMS, pemprosesan kognitif dan hasil interaksi pengguna. Kerangka konseptual yang dicadangkan meletakkan kebolehgunaan, struktur navigasi, reka bentuk visual dan maklum balas sistem sebagai dimensi utama reka bentuk antara muka yang mempengaruhi beban kognitif luaran pengguna. Seterusnya, beban kognitif luaran bertindak sebagai mekanisma pengantara yang mempengaruhi kecekapan interaksi pengguna, yang akhirnya memberi kesan kepada hasil pembelajaran. Selain itu, penjajaran model mental diketengahkan sebagai faktor penting yang menjelaskan bagaimana pengalaman dan jangkaan pengguna mempengaruhi pemahaman serta interaksi mereka dengan sistem. Dari sudut teoritikal, kerangka konseptual ini memperluaskan penyelidikan LMS sedia ada yang kebanyakannya menumpukan kepada aspek kebolehgunaan dan penerimaan teknologi dengan memperkenalkan perspektif kognitif yang lebih menyeluruh. Integrasi Interaksi Manusia-Komputer, Teori Beban Kognitif dan Teori Model Mental membolehkan penjelasan yang lebih mendalam tentang bagaimana reka bentuk antara muka mempengaruhi tingkah laku pengguna melalui proses pemprosesan maklumat dan pembentukan pemahaman terhadap sistem. Oleh itu, kerangka konseptual yang dicadangkan ini bukan sahaja menyumbang kepada pengembangan literatur reka bentuk LMS, malah menyediakan asas konseptual yang kukuh untuk penyelidikan empirikal dan pembangunan sistem LMS yang lebih cekap, intuitif dan berpusatkan pengguna pada masa hadapan.

KESIMPULAN

Kajian ini mencadangkan satu kerangka konseptual berasaskan kognitif yang menerangkan bagaimana reka bentuk antara muka mempengaruhi interaksi pengguna dan hasil pembelajaran dalam persekitaran Sistem Pengurusan Pembelajaran (LMS). Melalui integrasi Interaksi Manusia-Komputer, Teori Beban Kognitif dan Teori Model Mental, kajian ini menunjukkan bahawa kebolehgunaan, struktur navigasi, reka bentuk visual dan maklum balas sistem merupakan elemen penting yang mempengaruhi beban kognitif luaran serta kecekapan interaksi pengguna. Di samping itu, penjajaran model mental dikenal pasti sebagai faktor yang dapat meningkatkan keberkesanan interaksi dengan memastikan reka bentuk sistem selaras dengan jangkaan dan pengalaman pengguna. Kerangka konseptual yang dicadangkan dapat menyumbang kepada pengukuhan pemahaman teoritikal mengenai hubungan antara reka bentuk antara muka, proses kognitif dan prestasi pengguna dalam LMS. Dari sudut praktikal, kerangka konseptual ini boleh dijadikan panduan dalam pembangunan LMS yang lebih mesra pengguna, cekap dan menyokong proses pembelajaran yang berkesan, khususnya dalam persekitaran Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET). Kajian ini juga membuka ruang kepada penyelidikan empirikal pada masa hadapan untuk mengesahkan hubungan antara konstruk yang dicadangkan serta menilai keberkesanan kerangka konseptual ini dalam pelbagai konteks penggunaan LMS.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan penghargaan kepada semua pihak yang telah memberikan sokongan, bimbingan dan pandangan yang bernilai dalam proses penyediaan artikel ini terutamanya kepada penyelia, rakan penyelidik dan ahli keluarga. Penghargaan khusus juga ditujukan kepada Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia atas sokongan akademik yang diberikan sepanjang pelaksanaan kajian ini. Segala bantuan dan kerjasama yang diterima amat dihargai dan telah menyumbang kepada penghasilan artikel ini.

RUJUKAN

- Al-Fraihat, D., Alshahrani, A. M., Alzaidi, M., Shaikh, A. A., Al-Obeidallah, M., & Al-Okaily, M. 2025. Exploring students' perceptions of the design and use of the Moodle learning management system, *Computers in Human Behavior Reports* 18 (2025): 100685. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2025.100685>
- Davidson-Shivers, G., & Rand, A. 2023. Asynchronous tools for interaction and collaboration. In *Handbook of Open, Distance and Digital Education* (pp. 1003–1020). https://doi.org/10.1007/978-981-19-2080-6_56
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. D., & Beale, R. 2004. *Human–Computer Interaction* (3rd ed.). Harlow, England: Pearson Education.
- Evangelista, R. C. B., Marcelo, D. N. B., Pablo, B. J. P., & Santillan, L. S. 2024. Understanding and evaluating a learning management system's accessibility and functionality to achieve excellence in online learning (2024): 147–153. <https://doi.org/10.1145/3670013.3670069>
- Grant, C., & Osanloo, A. 2014. Understanding, selecting, and integrating a theoretical framework in dissertation research: Creating the blueprint for your house (2014): 12–26. <https://doi.org/10.5929/2014.4.2.9>
- Jatkiewicz, P. 2025. Design science methodology as a framework for artefact creation and risk-informed modelling (2025). <https://doi.org/10.5171/2025.456215>
- Koca, P. P., & Özcan, H. 2025. Usability in learning management systems: A mixed-method analysis, No. 1 (2025): 17–25. <https://doi.org/10.56158/jpte.2025.120.4.01>
- Koo, J., & Jo, I.-H. 2025. A theoretical framework for user mental models in learning analytics systems, 10, No. 3 (2025). <https://doi.org/10.46248/kidrs.2025.3.9>
- Liao, Q. 2025. Cognitive load in web interface design: A study based on visual complexity and task difficulty, *2025 6th International Conference on Intelligent Design (ICID)* (2025): 72–77. <https://doi.org/10.1109/ICID67979.2025.11351397>
- Liu, C., & Qu, Q. 2026. Research on the influence of interface visual design features of mobile news on cognitive load: A study of elderly users in China (2026): 1–25. <https://doi.org/10.3390/bs16010032>
- Norman, D. 2013. *The Design of Everyday Things* (Revised and Expanded ed.). New York: Basic Books.
- Ravitch, S. M., & Carl, N. M. 2019. *Qualitative Research: Bridging the Conceptual, Theoretical, and Methodological* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Sweller, J. 2011. Cognitive load theory. In *The Psychology of Learning and Motivation*, Vol. 55. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>