

**USAHA MENTAL SISWA PADA PEMBELAJARAN DENGAN  
*COMPUTATIONAL MODEL OF FOOD WEB* DAN HUBUNGANNYA  
DENGAN *SYSTEM THINKING* SISWA**

**SKRIPSI**

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Biologi



oleh:

Ariyanti Viani

NIM. 1703661

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2021**

**USAHA MENTAL SISWA PADA PEMBELAJARAN DENGAN  
*COMPUTATIONAL MODEL OF FOOD WEB* DAN HUBUNGANNYA  
DENGAN *SYSTEM THINKING* SISWA**

oleh:

Ariyanti Viani

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi Departemen Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Ariyanti Viani

Universitas Pendidikan Indonesia

2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

## LEMBAR PENGESAHAN

ARIYANTI VIANI

USAHA MENTAL SISWA PADA PEMBELAJARAN DENGAN  
*COMPUTATIONAL MODEL OF FOOD WEB* DAN HUBUNGANNYA  
DENGAN *SYSTEM THINKING* SISWA

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Dr. Eni Nuraeni, M.Pd.

NIP. 197606052001122001

Pembimbing II



Dr. Riandi, M.Si.

NIP. 196305011988031002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Biologi



Dr. Amprasto, M.Si.

NIP. 196607161991011001

## **PERNYATAAN**

*Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Usaha Mental Siswa pada Pembelajaran dengan Computational Model of Food Web dan Hubungannya dengan System Thinking Siswa” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak berdasarkan dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.*

Bandung, Agustus 2021  
Yang membuat pernyataan,

Ariyanti Viani  
1703661

## UCAPAN TERIMAKASIH

*Bismillahirrohmanirrohim,*

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. berkat rahmat dan kuasa-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ilmiah ini dalam menyelesaikan studi di Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI. Tak lupa sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarga, sahabat, beserta umatnya.

Skripsi berjudul “Usaha Mental Siswa pada Pembelajaran dengan Computational Model of Food Web untuk Meningkatkan System Thinking Siswa”. Adapun didalamnya memuat *computational model of food web, system thinking* siswa, serta usaha mental siswa selama pembelajaran menggunakan *computational model of food web*. Dengan adanya informasi dari hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi dalam memilih media pembelajaran yang dapat menjadi alternatif dalam menyampaikan materi jaring-jaring makanan.

Terselesaikannya skripsi ini tentunya bukanlah semata atas usaha penulis pribadi. Melainkan, terdapat banyak bantuan dari berbagai pihak terdekat dalam memberikan do’a, semangat, dukungan, bimbingan, serta hal lainnya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Eni Nuraeni, M.Pd. selaku Pembimbing I sekaligus Dosen Pembimbing Akademik penulis yang sangat sabar dalam mengarahkan, membimbing serta memberikan masukan yang sangat berharga bagi penulis;
2. Bapak Dr. Riandi, M.Si. selaku Pembimbing II yang senantiasa sangat teliti dalam mengarahkan serta memberikan masukan selama penyelesaian skripsi ini;
3. Bapak Ule Kurniawan dan Ibu Romini selaku orang tua yang selalu mendoakan, memahami, memberikan dukungan dan perhatian yang begitu besar untuk penulis;
4. Ibu dan Bapak Dosen serta Guru yang telah mendidik dan mengajar saya, karena tanpa beliau pencapaian ini tidak akan saya dapatkan;
5. Segenap keluarga besar penulis yang selalu memberikan serta doa;

6. Tika Triwahyuni, Astrid Junita, dan Pretty Nurwhite Tika sebagai sahabat yang selalu memberikan doa, menemani dan mendukung dalam dunia perkuliahan dan kehidupan;
7. Ibu Kepala Sekolah SMPN 14 Bandung dan guru IPA yang telah bersedia memberikan dukungan dan sebagai tempat pengambilan data penelitian;
8. Teman-teman Pendidikan Biologi angkatan 2017, terutama Pendidikan Biologi A yang selalu memberikan do'a, bantuan dan semangat.
9. Semua pihak yang telah memberikan banyak bantuan lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga segala amal ibadah tersebut digantikan dengan kebaikan yang berlipat oleh Allah SWT. Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis memohon maaf apabila ditemukan kekurangan dan kesalahan di dalamnya. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat berkontribusi dalam memajukan pendidikan Indonesia.

Bandung, Agustus 2021

Penulis

**ABSTRAK**  
**USAHA MENTAL SISWA PADA PEMBELAJARAN DENGAN**  
***COMPUTATIONAL MODEL OF FOOD WEB* DAN HUBUNGANNYA**  
**DENGAN *SYSTEM THINKING* SISWA**

**Ariyanti Viani**

**1703661**

Pembelajaran biologi dikatakan kompleks karena adanya istilah-istilah asing dan konsep-konsep yang abstrak. Dalam pembelajaran biologi, siswa dituntut untuk memahami konsep-konsep pokok melalui penalaran, menemukan konsep-konsep yang berkaitan atau membuat hubungan antar konsep dengan berbagai cara. Berpikir sistem membantu siswa mengatur pikiran mereka dengan cara yang bermakna dan membuat hubungan antara masalah yang tampaknya tidak terkait menjadi saling berkaitan. Saling keterkaitan ini tentunya tidak selalu bisa dilihat secara langsung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis usaha mental siswa pada pembelajaran dengan *computational model of food web* dan hubungannya dengan *system thinking* siswa. Metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Subjek penelitian ini adalah 37 orang siswa SMP Negeri 14 Bandung kelas VII pada semester genap tahun ajaran 2020/2021. Keterampilan *system thinking* siswa diukur menggunakan instrumen tes *system thinking*. Data usaha mental diperoleh melalui angket *subjective rating scale*. Penelitian ini menghasilkan data peningkatan nilai rata-rata N-Gain dalam kategori rendah sebanyak 2,70 %, kategori sedang sebanyak 24,32% dan kategori tinggi sebanyak 72,97%, maka secara umum peningkatan kemampuan *system thinking* siswa berada dalam kategori tinggi dengan rata-rata nilai N-Gain mencapai 0,83. Nilai usaha mental yang dihasilkan dari keempat pertemuan masih termasuk dalam rendah dengan rata-rata 2,12 dan termasuk dalam kategori hampir tidak ada usaha.

**Kata kunci** : *system thinking*, usaha mental, ekosistem, *computational model of food web*

## ABSTRACT

Biology learning is called complex because of foreign terms and abstract concepts. In learning biology, students are required to understand the main concepts through reasoning, find related concepts or make connections between concepts in various ways. Systems thinking helps students organize their thoughts in meaningful ways and makes connections between seemingly unrelated problems intertwined. This interrelationship cannot always be seen directly. This study aims to analyze students' mental effort in learning with the computational model of food web to improve students' system thinking. The research method used is pre-experiment with a research design of One-Group-Pretest-Posttest. The subjects of this study were 37 students of SMP Negeri 14 Bandung class VII in the even semester of 2020/2021. Students' system thinking skills were measured using a system thinking test instrument. Mental effort data was obtained through a subjective rating scale questionnaire. This study produces data on increasing the average value of N-Gain in the low category as much as 2.70%, in the medium category as much as 24.32% and in the high category as much as 72.97%. the average N-Gain value reached 0.83. The mental effort value generated from the four meetings is still low with an average of 2.12 and is included in the almost no effort category.

**Keywords:** system thinking, mental effort, ecosystem, computational model of food web



## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Struktur Organisasi .....	5
<b>BAB 2 KAJIAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 <i>System Thinking</i> .....	7
2.2 Usaha Mental .....	11
2.3 Deskripsi Materi Ajar Jaring-jaring Makanan .....	14
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....	16
3.1 Desain Penelitian .....	16
3.2 Pendekatan Penelitian .....	16
3.3 Subjek Penelitian .....	17
3.4 Definisi Operasional .....	17
3.5 Instrumen Penelitian .....	18
3.6 Analisis Data.....	21
3.7 Prosedur Penelitian .....	23
<b>BAB 4 TEMUAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 7
4.1 Temuan Penelitian .....	27

4.2	Pembahasan.....	47
<b>BAB 5 SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....</b>		<b>56</b>
5.1	Simpulan .....	56
5.2	Implikasi .....	56
5.3	Rekomendasi.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>58</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>61</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kompleksitas dan level sistem yang digunakan .....	10
Tabel 3.1 Desain Penelitian.....	16
Tabel 3.2 Kompleksitas dan Kecanggihan Sistem yang Digunakan Dalam Penilaian .....	19
Tabel 3.3 Kisi-kisi Angket Subjective Rating Scale .....	20
Tabel 3.4 Rubrik Penilaian Angket Subjective Rating Scale.....	20
Tabel 3.5 Kategorisasi Kualitatif Angket subjective rating scale Usaha Mental...21	
Tabel 3.6 Teknik Pengumpulan Data.....	22
Tabel 3.7 Interpretasi Data N-Gain .....	23
Tabel 3.8 Skenario Pembelajaran di Kelas Penelitian .....	25
Tabel 4.1 Data Pretest dan Posttest System Thinking Siswa .....	28
Tabel 4.2 Peningkatan Kemampuan System Thinking Siswa .....	29
Tabel 4.3 Hasil Uji Statistika Kemampuan System Thinking Siswa.....	31
Tabel 4.4 Rata-rata Usaha Mental Siswa pada Kategori N-Gain Rendah .....	52
Tabel 4.5 Rata-rata Usaha Mental Siswa pada Kategori N-Gain Sedang.....	53
Tabel 4.6 Rata-rata Usaha Mental Siswa pada Kategori N-Gain Tinggi.....	53
Tabel 4.7 Hasil Uji Korelasi Spearman Terhadap Data Usaha Mental Siswa Dan System Thinking Siswa.....	55
Tabel 4.8 Hasil Uji Regresi Terhadap Data Usaha Mental Siswa Dan System Thinking Siswa .....	28

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Kategori Peningkatan Kemampuan <i>System Thinking</i> Siswa.....	29
Gambar 4.2 Frekuensi Penguasaan <i>System Thinking</i> Siswa Berdasarkan Level Kompleksitasnya .....	32
Gambar 4.3 Distribusi Persentase Jawaban Angket Usaha Mental Siswa Pertemuan 1 .....	33
Gambar 4.4 Distribusi Frekuensi Angket Usaha Mental Siswa Pertemuan 1 .....	38
Gambar 4.5 Distribusi Persentase Jawaban Angket Usaha Mental Siswa Pertemuan 2.....	38
Gambar 4.6 Distribusi Frekuensi Angket Usaha Mental Siswa Pertemuan 2 .....	41
Gambar 4.7. Distribusi Persentase Jawaban Angket Usaha Mental Siswa Pertemuan 3.....	4
Gambar 4.8. Distribusi Frekuensi Angket Usaha Mental Siswa Pertemuan 3.....	45
Gambar 4.9 Distribusi Persentase Jawaban Angket Usaha Mental Siswa Pertemuan 4.....	46
Gambar 4.10. Distribusi Frekuensi Angket Usaha Mental Siswa Pertemuan 4 ....	49
Gambar 4.11. Grafik Usaha Mental Siswa Selama Pembelajaran dengan <i>Computational Model of Food Web</i> .....	50
Gambar 4.12. Perbandingan Rata-rata Skor Usaha Mental Siswa Tiap Pertemuan.....	52
Gambar 4.13. Perbandingan Rata-rata Usaha Mental pada 3 Kategori Peningkatan N-Gain .....	54
Gambar 4.14. Platform Pemrograman <i>Cellular</i> yang Digunakan Siswa Selama Proses Pembelajaran.....	62
Gambar 4.15. LKS Pertemuan 4 .....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) .....	61
Lampiran A.2 LKS Pertemuan 1 .....	74
Lampiran A.3 LKS Pertemuan 2 .....	75
Lampiran A.4 LKS Pertemuan 3 .....	77
Lampiran A.5 LKS Pertemuan 4 .....	78
Lampiran B.1 Instrumen <i>System Thinking</i> .....	80
Lampiran B.2 Instrumen <i>Subjective Rating Scale</i> Pertemuan 1 .....	102
Lampiran B.3 Instrumen <i>Subjective Rating Scale</i> Pertemuan 2 .....	105
Lampiran B.4 Instrumen <i>Subjective Rating Scale</i> Pertemuan 3 .....	108
Lampiran B.5 Instrumen <i>Subjective Rating Scale</i> Pertemuan 4 .....	111
Lampiran C.1 Rekapitulasi Nilai <i>System Thinking</i> .....	114
Lampiran C.2 Rekapitulasi Nilai Usaha Mental Pertemuan 1 .....	115
Lampiran C.3 Rekapitulasi Nilai Usaha Mental Pertemuan 2 .....	116
Lampiran C.4 Rekapitulasi Nilai Usaha Mental Pertemuan 3 .....	117
Lampiran C.5 Rekapitulasi Nilai Usaha Mental Pertemuan 4 .....	118
Lampiran C.6 Data Hasil Uji Paired Sample T est .....	118
Lampiran C.7 Data Hasil Uji Statistika Usaha Mental Pertemuan 1 .....	119
Lampiran C.8 Data Hasil Uji Statistika Usaha Mental Pertemuan 2 .....	124
Lampiran C.9 Data Hasil Uji Statistika Usaha Mental Pertemuan 3 .....	130
Lampiran C.10 Data Hasil Uji Statistika Usaha Mental Pertemuan 4 .....	135
Lampiran C.11 Data Hasil Uji Korelasi .....	118
Lampiran D.1 Surat Izin Penelitian .....	141
Lampiran D. 2 Dokumentasi Penelitian .....	142

## DAFTAR PUSTAKA

- Alifiani, D.P.(2016). Analisis Beban Kognitif Siswa SMA pada Pembelajaran Sistem Pernapasan dengan Pendekatan Inkuiri dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Kuantitatif. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Assaraf, O. B. Z., Dodick, J., & Tripto, J. (2013). High School Students' Understanding of the Human Body System. *Research in Science Education*, 43(1), 33–56. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9245-2>
- Assaraf, O. B. Z., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518–560. <https://doi.org/10.1002/tea.20061>
- Boersma, K., Waarlo, A. J. & Klaassen, K. (2011) The feasibility of system thinking in biology education. *Journal Of Biological Education*, 45(4), hlm. 190-197
- Brandstädter, K., Harms, U., & Großschedl, J. (2012). Assessing System Thinking Through Different Concept-Mapping Practices. *International Journal of Science Education*, 34(14), 2147–2170. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.716549>
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry L. A., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., dan Jackson R.B. (2010). *Biologi Jilid 3* (Edisi 8). Jakarta:Erlangga
- Clark, S., Petersen, J. E., Frantz, C. M., Roose, D., Ginn, J., & Daneri, D. R. (2017). Teaching systems thinking to 4th and 5th graders using Environmental Dashboard display technology. *PLoS ONE*, 12(4), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176322>
- Gilbert, L. A., Gross, D. S., & Kreutz, K. J. (2019). Developing undergraduate students' systems thinking skills with an InTeGrate module. *Journal of Geoscience Education*, 67(1), 34–49. <https://doi.org/10.1080/10899995.2018.1529469>
- Gilissen, M. G. R., Knippels, M. C. P. J., & van Joolingen, W. R. (2020). Bringing systems thinking into the classroom. *International Journal of Science Education*, 42(8), 1253–1280. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1755741>
- Hindriana, A. F. & Rahmat, A. (2012). Model Pengintegrasian Struktur Tumbuhan Pada Fungsi Tumbuhan Untuk Menurunkan Beban Kognitif Dan Mengembangkan Pemanfaatan Sumber Daya Alam Alternatif Dalam Praktikum Transpirasi Tumbuhan. *Prosiding SEMIRATA. BS PTN MIPA. FPMIPA UNIMED*.
- Hmelo-silver, C. E., & Azevedo, R. (2009). *Journal of the Learning Understanding Complex Systems : Some Core Challenges Understanding Complex Systems :*

*Some Core Challenges. September 2011, 37–41.*  
<https://doi.org/10.1207/s15327809jls1501>

- Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Eberbach, C., & Sinha, S. (2017). Systems learning with a conceptual representation: a quasi-experimental study. *Instructional Science, 45*(1), 53–72. <https://doi.org/10.1007/s11251-016-9392-y>
- Kalyuga, S. (2011). Cognitive load Theory; How Many Types of Load Does it Really Need. *Education Psychology*. Doi:10.1007/s10648-010-9150-7
- Kareluik, K. dkk. (2013). What knowledge is of most worth: teacher knowledge for 21st century learning. *Journal of Digital Learning in Teacher Education, 29* (4), 127-140.
- Kemendikbud. (2016). Permendikbud Nomor 24 Tahun 2016 tentang KI dan KD Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Menengah. In K. P. D. Kenudayaan (Ed.), Lampiran 07-. Jakarta.
- Mambrey, S., Timm, J., Landskron, J. J., & Schmiemann, P. (2020). The impact of system specifics on systems thinking. *Journal of Research in Science Teaching, 57*(10), 1632–1651. <https://doi.org/10.1002/tea.21649>
- Mehren, R., Rempfler, A., Buchholz, J., Hartig, J., & Ulrich-Riedhammer, E. M. (2018). System competence modelling: Theoretical foundation and empirical validation of a model involving natural, social and human-environment systems. *Journal of Research in Science Teaching, 55*(5), 685–711. <https://doi.org/10.1002/tea.21436>
- Meltzer, D. E. 2002. The relationship between Mathematics preparation and conceptual learning gain in Physics: A possible hidden variable in diagnostic pretest scores. *American Journal Physics. 70* (2), 1259-1267.
- Moreno, R & Mayer, R. E (2003). "Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning". *Journal of Educational Psychologist, 38*(1),43-52.
- Moreno R., & Park, B. (2010). *Cognitive Load Theory: Historical Development and Relation to Other Theories*. Cognitive Load Theory. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nursit, I. (2015). Metode Discovery Berdasarkan Teori Beban Kognitif. *Jurnal Pendidikan Matematika, 1*, 42–52.
- Paas,F., Tuovinen, J.E., Tabbers, H., Gerven, P. W.M.V. (2003). Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory. *Educational Psychologist. 38*, (1), 1-4.
- Putri, I. I. (1970). Hubungan Komponen Usaha Mental (Um) Dan Menerima Mengolah Informasi (Mmi) Pada Proses Pembelajaran Biologi. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan, 4*(2), 53–61. <https://doi.org/10.19109/bioilmi.v4i2.2876>
- Rahmat, A., & Hindriana, A. F. (2013). *Beban Kognitif Mahasiswa Dalam*

- Pembelajaran Fungsi Terintegrasi Struktur Tumbuhan Berbasis Dimensi Belajar. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 20(1), 66–74.
- Rahmat, A. & A. F. Hindriana. (2014). Beban Kognitif Mahasiswa dalam Pembelajaran Fungsi Terintegrasi Struktur Tumbuhan. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 20(1), 66-74.
- Rahmat, A. dkk. (2014). Beban Kognitif Siswa SMA pada Pembelajaran Biologi Interdisiplin Berbasis Dimensi Belajar. *Prosiding Mathematics and Sciences Forum 2014*. hlm. 475-479.
- Richmond, B. (1993). Systems thinking: Critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review*, 9(2), 113–133. <https://doi.org/10.1002/sdr.4260090203>
- Septiana, R. (2015). Mengurangi Beban Kognitif Siswa SMA Menggunakan Framing pada Kegiatan Praktikum Klasifikasi Tumbuhan Berdasarkan Gaya Belajar. (Tesis). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung
- Soesilawaty, S. dkk. (2015). Perbedaan Beban Kognitif Siswa dalam Mengeksplorasi Pengetahuan Deklaratif dan Prosedural pada Pembelajaran Biologi Berbantuan Media Visual. *Prosiding Semnas Sains & Entrepreneurship II*. hlm.308-313.
- Survani, R. dkk. (2014). Kemampuan Analisis Informasi Versus Usaha Mental Mahasiswa dalam Perkuliahan Anatomi Tumbuhan untuk Menunjang Literasi Kuantitatif. *Prociding Mathematics and Sciences Forum 2014*. hlm. 361-366.
- Sweeney, L. B., & Stermann, J. D. (2007). Thinking about systems: Student and teacher conceptions of natural and social systems. *System Dynamics Review*, 23(2–3), 285–311. <https://doi.org/10.1002/sdr.366>
- Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why Some Material is Difficult to Learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), 185–233. [https://doi.org/10.1207/s1532690xci1203\\_1](https://doi.org/10.1207/s1532690xci1203_1)
- Sweller, J. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 19-30). New York : Cambridge University Press.
- Sweller, J., & Chandler, P. (2009). Why some Material is Difficult to Learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), 185-233. doi:10.1207/s1532690xci1203\_1
- Sweller, J. (1998). Cognitive Load During Problem Solving. Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-258
- Sweller, J. (2010). *Cognitive Load Theory: Recent Theoretical Advances*. Cambridge: Cambridge University Press.