

Perubahan Model Mental Siswa pada Materi Alat Optik melalui *Experiential Learning*

Novi Arianti¹, Lia Yuliati¹, Sunaryono¹
¹Pendidikan Fisika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 22-03-2018
Disetujui: 11-05-2018

Kata kunci:

mental models;
optical devices;
experiential learning;
refraction;
reflection;
model mental;
alat optik;
experiential learning;
pembiasaan;
pemantulan

Alamat Korespondensi:

Novi Arianti
Pendidikan Fisika
Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: n.arianti@yahoo.com

ABSTRAK

Abstract: The central goal of this research was to characterize the mental models of optical instruments expressed by students. The subject of this study were 35 students of class XI in SMA Negeri 1 Badegan. *Mixed method embedded experimental model* was conducted to probe the participant's model mental. Data obtained through interviews and tests. The results reveal that the participants held five categories of mental models of optical instrument. The development of student's model mental indicated by nearly half held a scientifically compatible model mental during and after studying Physics with *Experiential Learning*.

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui model mental siswa SMA pada materi alat optik. Subjek penelitian adalah 35 siswa kelas XI SMA Negeri 1 Badegan. Penelitian menggunakan metode *Mixed method embedded experimental model*. Data diperoleh melalui tes dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan terdapat lima kategori model mental. Perubahan model mental siswa ditunjukkan dengan hampir setengah siswa di dalam kelas memiliki model mental yang sesuai dengan saintifik selama dan setelah pembelajaran *Experiential Learning* dilakukan.

Cara siswa berpikir tentang fenomena melalui representasi internal menjadi salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam pendidikan. Model mental merupakan representasi internal siswa dalam memahami dan menalar fenomena (Tarciso Borges & Gilbert, 1999). Model mental menggambarkan suatu konsep yang digunakan siswa untuk menjelaskan sebuah fenomena (Jansoon, Coll, & Somsook, 2009). Model mental juga menentukan cara siswa menyelesaikan masalah (Johnson-Laird, 1983; Norman, 1983). Dengan memiliki model mental yang sesuai dengan saintifik, siswa diharapkan mampu menjelaskan fenomena dalam kehidupan sehari-hari untuk memecahkan masalah yang lebih kompleks (Gentner, 2002).

Model mental merupakan suatu representasi internal siswa yang dapat diukur. Model mental siswa dapat diketahui melalui cara siswa memberikan penalaran dalam memahami fenomena (Liu & Stasko, 2010). Visualisasi model mental dapat diukur melalui proses pemecahan masalah, wawancara dan menggambar (Jonassen & Cho, 2008). Jawaban siswa saat menyelesaikan permasalahan dianalisis kemudian digolongkan sesuai indikator model mental yang telah ditentukan (Corpuz & Rebello, 2011). Gambar juga dapat menunjukkan bagaimana siswa memahami dan memproses informasi (McNeil, 2014). Selain itu, siswa dapat menulis penjelasan dari gambar yang mereka buat (van der Veen, 2017) dan dianalisis untuk menghasilkan representasi konseptual (Ifenthaler, 2010).

Model mental siswa perlu diketahui oleh guru maupun siswa. Model mental memiliki peran penting dalam perkembangan konseptual dan penalaran saintifik (Nersessian, 2007). Visualisasi model mental dapat membantu guru dan siswa memahami proses pembentukan pengetahuan (Yehezkel, Ben-Ari, & Dreyfus, 2005). Selain itu, analisis tentang perubahan model mental diperlukan untuk mendapat pemahaman yang lebih baik tentang kebutuhan siswa (McNeil, 2014) sehingga dapat membantu guru merancang pembelajaran yang efektif (Tarciso Borges & Gilbert, 1999).

Pembelajaran yang diterapkan guru di dalam kelas dapat menyebabkan perubahan model mental siswa (Itza-Ortiz, Rebello, & Zollman, 2004). Model mental siswa bersifat tidak stabil dan dapat berubah secara berkelanjutan sesuai dengan informasi yang mereka terima (McClary & Talanquer, 2011; Tzeng & Schwen, 2003). Menerapkan pembelajaran berbasis pengalaman dapat membantu siswa membangun model mental yang benar (Harrison & Treagust, 1996). *Experiential learning* merupakan sebuah model pembelajaran berbasis pengalaman dimana pengetahuan terkonstruksi melalui transformasi pengalaman. Sehingga *experiential learning* dapat diterapkan untuk membangun model mental siswa.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi model mental siswa di bidang Fisika. Penelitian tersebut antara lain menyelidiki model mental siswa tentang perpindahan kalor konveksi (Amalia, Sari, & Sinaga, 2017; Chiou, 2013), Hukum Newton II (Itza-Ortiz et al., 2004), gaya gesek (Corpuz & Rebello, 2011), perambatan bunyi (Hrepic, Zollman, & Rebello, 2010) dan sifat cahaya (Hubber, 2006; Özcan, 2015). Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa siswa masih mengalami kesulitan membangun model mental sesuai dengan ilmu yang diakui kebenarannya. Penelitian tentang eksplorasi model mental pada materi alat optik masih jarang dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik model mental siswa pada materi alat optik melalui kegiatan siswa menggambar diagram sinar istimewa dan menjelaskan prinsip kerja lup menggunakan prinsip pembiasan pada lensa cembung. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk melihat perubahan model mental siswa sebelum, selama, dan setelah pembelajaran menggunakan model *Experiential Learning*.

METODE

Penelitian ini menggunakan *mixed method embedded experimental model*. Subjek penelitian terdiri atas 35 siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Badegan Ponorogo yang sedang menempuh pelajaran alat optik dengan menggunakan metode *Experiential Learning*. Data model mental diperoleh melalui tes dan wawancara. Tes dilaksanakan sebelum, selama dan sesudah pembelajaran. Instrumen yang digunakan berupa soal esai tentang proses pembiasan pada alat optik lup. Hasil analisis jawaban siswa dikonfirmasi melalui wawancara.

Model mental siswa diukur melalui permasalahan alat optik lup. Siswa diminta untuk menggambarkan diagram dan menjelaskan proses pembiasan pada lup agar bayangan teramati dengan perbesaran maksimal. Untuk dapat menyelesaikan permasalahan ini, siswa harus dapat menggambarkan proses pembiasan pada lensa cembung dan memahami konsep pengamatan akomodasi maksimum. Soal model mental tentang lup ditunjukkan Gambar 1.

Sebuah preparat hendak diamati menggunakan lup yang memiliki fokus 5 cm. Pengamat memiliki titik dekat mata 25 cm. Gambarkan proses pembiasan pada lensa lup agar teramati dengan perbesaran bayangan maksimum dan jelaskan alasannya.

Gambar 1. Soal Model Mental tentang Lup

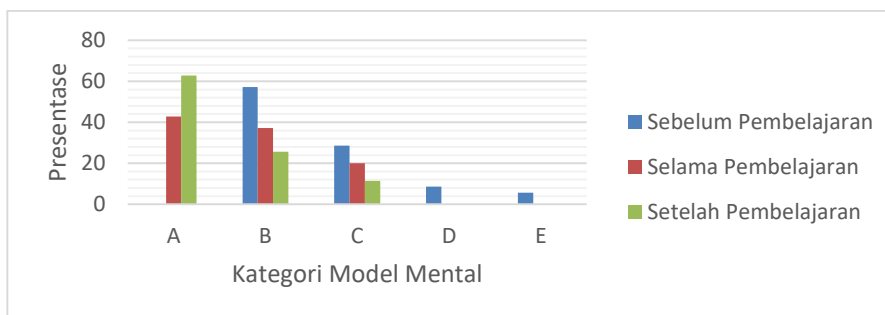
Data model mental siswa dianalisis berdasarkan kriteria rubrik model mental yang diadaptasi dari penelitian Fyttas, Komis, & Ravanis, (2013). Kriteria pengodean jenis model mental siswa ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil analisis jawaban siswa dikonfirmasi dengan data hasil wawancara, kemudian disajikan dalam bentuk naratif, gambar, dan tabel.

Tabel 1. Rubrik Model Mental

Model Mental	Kriteria
A	Menggambar diagram sinar bias dan menjelaskan proses pembiasan dengan benar
B	Menggambar diagram sinar bias dengan, benar namun belum mampu menjelaskan proses pembiasan dengan benar
C	Mengenali proses pembiasan namun konsep yang dipakai masih salah
D	Mengenali proses pembiasan berdasarkan karakteristik medium yang dilewati sinar
E	Belum mampu membedakan pembiasan dan pemantulan

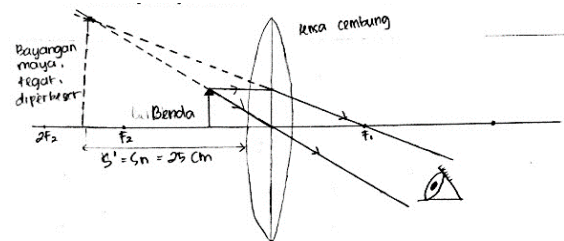
HASIL

Perubahan model mental siswa sebelum, selama dan sesudah belajar dengan *Experiential Learning* ditunjukkan Gambar 2. Terdapat empat jenis model mental yang dimiliki siswa sebelum *Experiential Learning* dilaksanakan yaitu model mental B, C, D, dan E. Selama dan setelah pembelajaran ditemukan tiga kategori model mental yaitu model mental A, B, dan C.



Gambar 2. Grafik Perubahan Model Mental Siswa

Kriteria model mental A adalah siswa mampu menggambar diagram pembentukan bayangan pada lensa cembung dan menjelaskan prinsip kerja lup dengan pengamatan berakomodasi maksimum. Sebelum pembelajaran model *Experiential Learning* dilaksanakan, tidak ada siswa yang memiliki model mental kategori A. Terjadi peningkatan model mental kategori A selama dan sesudah pembelajaran *Experiential Learning* dilakukan. Sebanyak 42.86% siswa memiliki model mental A selama pembelajaran berlangsung dan 62.86% siswa memiliki model mental A setelah *Experiential Learning* dilaksanakan. Peningkatan persentase siswa yang memiliki model mental A menunjukkan bahwa jumlah siswa yang memiliki model mental yang tidak sesuai yaitu model mental B, C, D, dan E menurun setelah dilaksanakan pembelajaran *Experiential Learning*. Contoh jawaban siswa yang memiliki model mental A setelah belajar dengan *Experiential Learning* ditunjukkan Gambar 3.

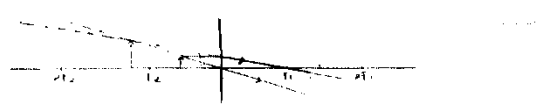


b. Alasan jawaban :

Lup menggunakan lensa cembung sehingga sinar datang sejajar dengan sumbu utama akan di biasakan menuju fokus dan sinar datang melalui pusat lensa akan diteruskan.
 Agar terjadi pembesaran maksimal objek harus diletakkan di ruang I benda yakni antara pusat lensa hingga fokus ($f < f_1$). Sehingga akan terbentuk bayangan di ruang 4 yang merupakan bayangan maya.

Gambar 3. Contoh Jawaban Model Mental Kategori A

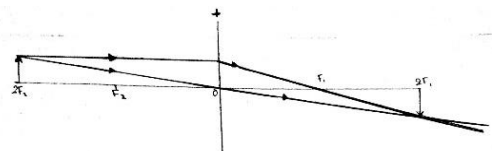
Berdasarkan jawaban siswa pada Gambar 3, diketahui bahwa siswa sudah mampu menggambar diagram proses pembiasan pada lup. Siswa menggambar dan menjelaskan prinsip sinar istimewa pada lensa cembung dengan benar sehingga diperoleh bayangan yang berada di ruang bayangan 4. Pembelajaran menjadi 25.7%, contoh jawaban siswa yang memiliki model mental B ditunjukkan Gambar 4.



b. Alasan jawaban:
 Karena lensa lup memiliki sifat yang sama dengan lensa cembung

Gambar 4. Contoh Jawaban Model Mental Kategori B

Model mental C menunjukkan bahwa siswa mengenali prinsip pembiasan pada cara kerja lup, namun masih terdapat kesalahan konsep yang digunakan siswa. penurunan persentase siswa yang memiliki model mental C selama dan sesudah pembelajaran. Sebelum pembelajaran terdapat 28.57 % siswa yang memiliki model mental C, menurun menjadi 20% selama pembelajaran dan 11.4% setelah pembelajaran. Contoh jawaban siswa yang memiliki model mental C ditunjukkan Gambar 5.

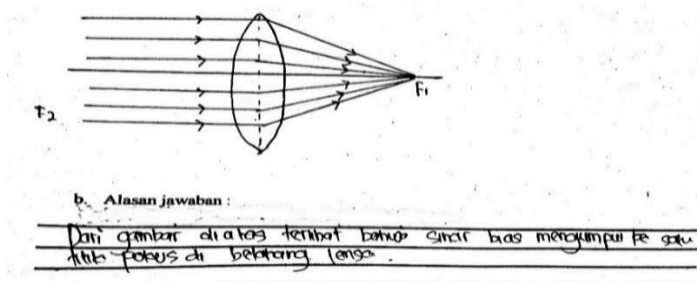


b. Alasan jawaban:
 Karena bayangan ada diruang 3 & sifatnya nyata terbalik & diperbesar

Gambar 5. Contoh Jawaban Model Mental Kategori C

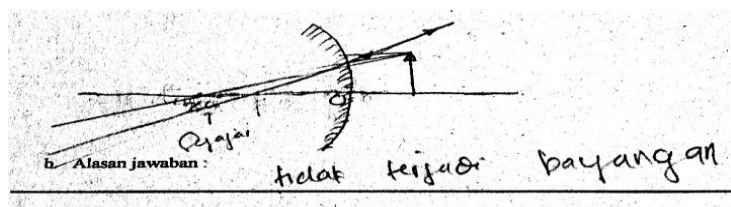
Berdasarkan uraian jawaban siswa pada Gambar 5, siswa mampu menggambarkan proses pembiasan pada lensa cembung. Siswa mampu menggambar dua diagram sinar istimewa pada lensa cembung, namun belum menggunakan konsep pengamatan berakomodasi dengan benar. Siswa belum tepat menentukan letakkan benda agar terjadi perbesaran maksimum. Siswa meletakkan benda di $2f$ sehingga bayangan yang terbentuk berada di belakang lensa. Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami konsep perbesaran maksimum terjadi saat benda diletakkan di ruang I lensa cembung.

Terdapat 8.57% siswa memiliki model mental D sebelum pembelajaran optik menggunakan *Experiential Learning*. Selama dan setelah pembelajaran berlangsung model mental siswa mengalami perubahan. Tidak ditemukan siswa yang memiliki model mental D selama dan setelah pembelajaran. Gambar 6 menunjukkan uraian jawaban siswa yang memiliki model mental D. Siswa mengetahui bahwa cara kerja lup menggunakan prinsip pembiasan pada lensa cembung. Siswa memahami proses pembiasan pada lup berdasarkan karakteristik lensa cembung yang bersifat konvergen yaitu mengumpulkan berkas sinar.



Gambar 6. Contoh jawaban model mental kategori D

Karakteristik model mental E adalah siswa tidak dapat membedakan peristiwa pembiasan dan pemantulan. Sebanyak 5.71% siswa memiliki model mental E sebelum pembelajaran *Experiential Learning* dilakukan. Penurunan persentase siswa yang memiliki model mental E terjadi selama dan sebelum pembelajaran. Selama dan setelah pembelajaran berlangsung, tidak ditemukan siswa yang memiliki model mental E. Gambar 7 menunjukkan contoh jawaban model mental oleh salah satu siswa kategori E. Berdasarkan Gambar 7 terlihat siswa tidak memahami bahwa lup menggunakan prinsip pembiasan pada lensa cembung sehingga siswa menggambarkan proses pemantulan pada cermin cembung.



Gambar 7. Contoh Jawaban Model Mental Kategori E

PEMBAHASAN

Siswa mengalami perubahan model mental selama dan setelah pembelajaran dilakukan (Tzeng & Schwen, 2003). Hasil penelitian ini didukung dengan hasil penelitian Itza-Ortiz, Rebello, & Zollman, (2004) yang menyatakan bahwa pembelajaran menyebabkan perubahan model mental siswa terjadi peningkatan persentase model mental yang sesuai dengan saintifik setelah pembelajaran *Experiential Learning* diterapkan. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan persentase siswa yang memiliki model mental A dan tidak ditemukannya model mental D dan E setelah siswa belajar dengan *Experiential Learning*. *Experiential Learning* memberikan pengalaman konkret kepada siswa melalui kegiatan praktikum. Pembelajaran yang siswa terlibat aktif dalam *hands-on activity* dapat mendukung siswa memiliki pengetahuan yang lebih mendalam (Marx et al., 2004; Singer, Marx, Krajcik, & Chambers, 2000).

Meskipun terdapat peningkatan persentase model mental A, namun masih ditemukan siswa yang memiliki model mental C setelah pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa masih ada siswa yang kurang tepat menggunakan konsep pembiasan. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Fytas et al., (2013) yang menyatakan bahwa siswa memiliki kesulitan mengonstruksi representasi mental sehingga memengaruhi pemahaman siswa tentang pembiasan. Siswa memiliki pemahaman yang kurang lengkap tentang proses dan diagram pembentukan bayangan pada lensa cembung (Tural, 2015). Selain itu, siswa memiliki kesulitan menjelaskan peristiwa pembiasan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya siswa yang memiliki model mental B. Hasil penelitian ini sesuai dengan temuan bahwa siswa memiliki kesulitan dalam menjelaskan peristiwa pembiasan walaupun setelah belajar konsep pembiasan (Kaewkhong, Mazzolini, Emarat, & Arayathanitkul, 2010).

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan terdapat lima kategori model mental yang dimiliki siswa sebelum belajar dengan *Experiential Learning*. Perubahan model mental siswa terjadi selama dan setelah dilakukan pembelajaran. Terdapat tiga kategori model mental siswa yang ditemukan selama dan setelah pembelajaran. *Experiential Learning* dapat membantu siswa membangun model mental yang sesuai dengan saintifik. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengeksplorasi perbedaan model mental dengan sampel subjek yang lebih banyak sehingga diperoleh kategori model mental yang lebih variatif.

DAFTAR RUJUKAN

- Amalia, R., Sari, I. M., & Sinaga, P. (2017). Students' Mental Model on Heat Convection Concept and its Relation with Students Conception on Heat and Temperature. *Journal of Physics: Conference Series*, 812 (1). doi:10.1088/1742-6596/812/1/012092.
- Chiou, G. L. (2013). Reappraising the Relationships Between Physics Students' Mental Models and Predictions: An Example of Heat Convection. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 9 (1). DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.9.010119.
- Corpuz, E. D., & Rebello, N. S. (2011). Investigating Students' Mental Models and Knowledge Construction of Microscopic Friction. I. Implications for Curriculum Design and Development. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 7(2). DOI:https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.7.020102.
- Didiș, N., Eryılmaz, A., & Erkoç, Ş. (2014). Investigating Students' Mental Models about the Quantization of Light, Energy, and Angular Momentum. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 10 (2). DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.10.020127.
- Fytas, G., Komis, V., & Ravanis, K. (2013). Ninth Grade Students' Mental Representations of the Refraction of Light: Didactic Implications, 59 (December), 133–139.
- Gentner, D. (2002). Psychology of Mental Models. In *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences* (Vol. 8, pp. 9683–9687).
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1996). Secondary Students' Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry. *Science Education*, 80 (5), 509–534. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199609)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F.
- Hrepic, Z., Zollman, D. A., & Rebello, N. S. (2010). Identifying Students' Mental Models of Sound Propagation: The Role of Conceptual Blending in Understanding Conceptual Change. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6(2). DOI:https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020114.
- Hubber, P. (2006). Year 12 Students' Mental Models of the Nature of Light. *Research in Science Education*, 36(4), 419–439.
- Ifenthaler, D. (2010). Relational, Structural, and Semantic Analysis of Graphical Representations and Concept Maps. *Educational Technology Research and Development*, 58 (1), 81–97. DOI https://doi.org/10.1007/s11423-008-9087-4.
- Itza-Ortiz, S. F., Rebello, S., & Zollman, D. (2004). Students' Models of Newton's Second Law In Mechanics and Electromagnetism. *European Journal of Physics*, 25 (1), 81–89. https://doi.org/10.1088/0143-0807/25/1/011.
- Jansoon, N., Coll, R. K., & Somsook, E. (2009). Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4 (2), 147–168.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness. *Cognitive Science*.
- Jonassen, D., & Cho, Y. H. (2008). Externalizing Mental Models with Mindtools. In *Understanding Models for Learning and Instruction* (pp. 145–159).
- Kaewkhong, K., Mazzolini, A., Emarat, N., & Arayathanitku I, K. (2010). Thai High-School Students' Misconceptions about and Models of Light Refraction Through a Planar Surface. *Physics Education*, 45 (1), 97–107. https://doi.org/10.1088/0031-9120/45/1/012.
- Liu, Z., & Stasko, J. (2010). Mental Models, Visual Reasoning, and Interaction in Information Visualization: A Top-Down Perspective. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 16 (6), 999–1008.
- Marx, R. W., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., Fishman, B., Soloway, E., Geier, R., & Tal, R. T. (2004). Inquiry-based science in the middle grades: Assessment of Learning in Urban Systemic Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1063–1080. https://doi.org/10.1002/tea.20039.
- McClary, L., & Talanquer, V. (2011). College Chemistry Students' Mental Models of Acids and Acid Strength. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 396–413. https://doi.org/10.1002/tea.20407.
- McNeil, S. (2014). Visualizing Mental Models: Understanding Cognitive Change to Support Teaching and Learning of Multimedia Design and Development. *Educational Technology Research and Development*, 63 (1), 73–96. https://doi.org/10.1007/s11423-014-9354-5.
- Nersessian, N. J. (2007). Mental Modeling in Conceptual Change Nancy J. Nersessian College of Computing Georgia Institute of Technology, 1–78.
- Norman, D. A. (1983). Some Observations on Mental Models. In *Mental Models*. (7), 7–14. https://doi.org/Cited By (since 1996) 346\rExport Date 12 September 2012.

- Özcan, Ö. (2015). Investigating Students' Mental Models about the Nature of Light in Different Contexts. *European Journal of Physics*, 36(6). doi:10.1088/0143-0807/36/6/065042.
- Singer, J., Marx, R. W., Krajcik, J., & Chambers, J. C. (2000). Constructing extended inquiry projects: Curriculum Materials for Science Education Reform. *Educational Psychologist*, 35 (3), 165–178.
- Tarciso Borges, A., & Gilbert, J. K. (1999). Mental Models of Electricity. *International Journal of Science Education*, 21 (1), 95–117. <https://doi.org/10.1080/095006999290859>.
- Tural, G. (2015). Active Learning Environment with Lenses in Geometric Optics. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 16 (1).
- Tzeng, J. Y., & Schwen, T. M. (2003). Mental Representation-Based Task Analysis for Analyzing Value-Laden Performance. *Educational Technology Research and Development*.
- van der Veen, J. (2017). Draw Your Physics Homework?: Art as a Path to Understanding and Assessment in Undergraduate science education. In *Drawing for Science Education: An International Perspective* (pp. 11–29).
- Yehezkel, C., Ben-Ari, M., & Dreyfus, T. (2005). Computer Architecture and Mental Models. In *Proceedings of the 36th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education - SIGCSE '05* (p. 101).