

PEMBELAJARAN INKUIRI DENGAN *THINKING MAPS* PADA PEMBELAJARAN FISIKA

Lia Yuliati, Sentot Kusairi, dan Nuril Munfaridah

Jurusan Fisika Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang No. 5, Malang, Jawa Timur, Indonesia
Email: lia.yuliati.fmipa@um.ac.id

ABSTRAK

Pembelajaran berbasis inkuiri telah terbukti sebagai jenis pembelajaran yang efektif meskipun penyesuaian masih diperlukan misalnya dengan penggunaan *thinking maps* sebagai alat pendukung pembelajaran. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan model pembelajaran berbasis inkuiri dengan *thinking maps* pada pembelajaran fisika. Model pembelajaran berbasis inkuiri dengan *thinking maps* dikembangkan dengan model 4D. Penelitian dilaksanakan di tiga SMA di Kota Malang-Jawa Timur. Siswa dibagi menjadi tiga kelas eksperimen dan kontrol. Instrumen yang digunakan adalah tes tertulis dan panduan wawancara. Hasil menunjukkan bahwa siswa yang memperoleh pembelajaran inkuiri dengan *thinking maps* memperoleh nilai tes yang lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol. Selain itu, analisis jawaban siswa menunjukkan bahwa siswa memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi yang lebih baik dibandingkan dengan siswa di kelas kontrol. Oleh karena itu, pembelajaran inkuiri dengan *thinking maps* efektif untuk digunakan dalam pembelajaran fisika.

Kata kunci: pembelajaran berbasis inkuiri; *thinking maps*; pembelajaran fisika; pemetaan visual

ABSTRACT

Inquiry-based learning has been proven to be one of the effective types of learning although adjustment is still needed, for example by using thinking maps as supplementary learning tool. The purpose of this research was to develop inquiry-based learning model with thinking maps for physics learning. Inquiry-based learning model with thinking maps was developed with 4D model. Research was conducted at three high schools in Malang-East Java. Students were divided into three experimental and control classes. Instruments used were written test and interview guideline. Results showed that students who received inquiry learning with thinking maps achieved better test score than control classes. In addition, students' answer analysis showed that they also have better higher-order thinking skills than students in the control class. Therefore, inquiry-based learning with thinking maps was found to be effective to use in physics learning.

Keywords: inquiry-based learning; thinking maps; physics learning; visual mapping

How to cite: Yuliati, L., Kusairi, S., & Munfaridah, N. (2016). Pembelajaran Berbasis Inkuiri dengan *Thinking Maps* Pada Pembelajaran Fisika, *Jurnal Pengajaran MIPA*, 21(2), 142-147.

PENDAHULUAN

Pembelajaran berbasis inkuiri adalah pembelajaran yang telah terbukti dapat memberikan dampak positif, misalnya meningkatkan keterampilan proses (Gormally, Brickman, Hallar, dan Armstrong, 2009; Simsek dan Kabapmar, 2010) maupun literasi sains (Gormally *et al.*, 2009), meningkatkan kemampuan siswa dalam membuat penjelasan ilmiah (Wu dan Hsieh, 2006), meningkatkan motivasi siswa (Bayram, Oskay, Erdem, Ozgur, dan Sen, 2013), meningkatkan pemahaman konsep (Simsek dan Kabapmar, 2010), dan membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan (Suduc, Bizoi, dan Gorghiu, 2015). Dalam menjelaskan pembelajaran berbasis inkuiri, Edelson, Gordin, dan Pea (1999)

menyatakan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri memiliki tiga keunggulan utama yaitu memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk, (1) mengembangkan kemampuan inkuiri umum, (2) memperoleh keterampilan investigasi spesifik, maupun (3) mengembangkan pemahaman tentang konsep-konsep sains. Dampak positif pembelajaran inkuiri pada pembelajaran fisika juga telah terbukti, seperti yang ditunjukkan oleh penelitian Thacker, Kim, dan Trefz (1994) bahwa kemampuan pemecahan masalah fisika pada peserta didik yang memperoleh pembelajaran inkuiri lebih baik dibandingkan peserta didik yang memperoleh pembelajaran konvensional. Penelitian Hussain, Azeem, dan Shakoor (2011) bahkan menyimpulkan bahwa pembelajaran inkuiri

merupakan jenis pembelajaran yang tepat untuk membelajarkan fisika.

Meskipun pelbagai penelitian telah membuktikan efektifitas pembelajaran ini, beberapa penelitian juga telah membahas kelemahan dari pembelajaran berbasis inkuiri. Wolf dan Fraser (2008) misalnya menunjukkan bahwa meskipun prestasi siswa yang diberikan pembelajaran berbasis inkuiri lebih baik dibandingkan dengan siswa yang tidak memperoleh pembelajaran berbasis inkuiri, perbedaan pencapaian tersebut tidak signifikan. Penelitian Gormally *et al.* (2009) juga menunjukkan bahwa meskipun pembelajaran berbasis inkuiri dapat meningkatkan keterampilan proses sains serta literasi sains, pembelajaran berbasis inkuiri mungkin akan mengalami tantangan khususnya dalam hal kesediaan guru maupun siswa dalam melakukannya karena pembelajaran inkuiri memang menuntut waktu yang lebih maupun tingkat berpikir tingkat yang lebih tinggi. Penelitian meta-analisis yang dilakukan oleh Minner, Levy, dan Century (2010) menunjukkan bahwa hanya 51% dari 138 penelitian tentang pembelajaran sains berbasis inkuiri yang dapat membuktikan bahwa pembelajaran sains berbasis inkuiri memberikan pengaruh yang positif bagi pembelajaran dan retensi konten. Selain itu, Kirschner, Sweller, dan Clark (2006) menyatakan bahwa pembelajaran dengan panduan minimal seperti pembelajaran berbasis inkuiri dapat tidak berhasil karena dapat menimbulkan beban kognitif yang justru menghambat proses belajar, khususnya bagi pebelajar awam yang masih belum memiliki skema untuk mengintegrasikan informasi baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Kirschner *et al.* (2006) juga menjelaskan bahwa pemahaman tidak lengkap atau pengetahuan maupun informasi yang tidak terorganisasi dengan baik juga sangat mungkin terjadi.

Pemetaan visual adalah salah satu teknik untuk mengorganisasikan informasi yang telah diketahui oleh peserta didik (Buzan, 1974, 1995; Novak, 1980, 1984; Hyerle, 1995, 1996, 2008). Pemetaan visual yang pertama kali muncul antara lain adalah *mind mapping* (Buzan, 1974; 1995) serta *concept mapping* (Novak, 1980; 1984). *Mind mapping* adalah pemetaan visual berbasis teks (tulisan), dimana peserta didik memetakan informasi-informasi yang diketahui (dituliskan dengan kata benda) dalam suatu peta hubungan antara satu konten tulisan dengan konten tulisan lainnya (Buzan, 1974; 1995). Sama

halnya dengan *mind mapping*, *concept mapping* juga berbasis teks (Novak, 1980; 1984), meskipun karakteristik yang membedakan adalah pada *concept mapping* hubungan antar konten bersifat hierarkis dan hubungan-hubungan dituliskan secara eksplisit misalnya dengan kata kerja “bagian dari”, “menyebabkan”, dsb. Baik *mind mapping* (Abi-El-Mona dan Adb-El-Khalick, 2008; Adodo, 2013) maupun *concept maps* (Uzuntiryaki dan Geban, 2005; Tekkaya, 2010; Martinez, Perez, Suero, dan Pardo, 2013) telah banyak digunakan dalam pelbagai penelitian dengan keefektifannya masing-masing. Namun, meskipun telah terbukti memiliki keistimewaan tersendiri, Eppler (2006) menyatakan bahwa *mind map* memiliki kelemahan yakni peta dapat menjadi begitu kompleks sehingga tidak dapat mudah dimengerti oleh orang lain dan peserta didik yang membuat peta itu mungkin malah akan tidak dapat memahami gambaran besar dari konsep yang dipetakan, sedangkan *concept map* memiliki kelemahan yaitu pola hierarkis membuat peta menjadi tidak fleksibel serta tidak mudah untuk diingat.

Jenis pemetaan visual lain yang tergolong lebih baru dibandingkan kedua jenis pemetaan visual tersebut adalah *thinking maps* yang merupakan pemetaan visual yang didasarkan pada delapan model peta yang merepresentasikan keterampilan-keterampilan spesifik yaitu mendefinisikan, mendeskripsikan, membandingkan, mengklasifikasikan, membagi menjadi bagian-bagian, membuat hubungan kausal, dan menentukan hubungan (Hyerle, 1996). Lima kualitas utama *thinking maps* adalah (1) secara grafis konsisten, (2) fleksibel, (3) dapat digunakan oleh siapa saja, usia berapapun, dan untuk permasalahan sederhana sampai kompleks, (4) integratif karena dapat dipergunakan lintas bidang ilmu, dan (5) reflektif karena dapat digunakan oleh peserta didik untuk mengevaluasi pemikirannya serta berbagi maupun membandingkan pemikirannya tersebut dengan orang lain (Hyerle, 2008). Penelitian Long dan Carlson (2011) menunjukkan bahwa salah satu keistimewaan *thinking maps* adalah membuat siswa *melihat* apa yang ada dalam pikiran mereka sehingga memfasilitasi mereka untuk mengorganisasikan konsep-konsep yang ada di dalam pikiran mereka tersebut menjadi suatu pemahaman yang koheren dan mendalam. Penelitian Mashal dan Kasirer (2011) bahkan menunjukkan bahwa *thinking maps* dapat membantu siswa autisme maupun siswa yang me-

ngalami kesulitan belajar. Fakta-fakta tersebut menunjukkan bahwa *thinking maps* dapat dipergunakan sebagai teknik pemetaan visual alternatif untuk mendukung pembelajaran berbasis inkuiri. Namun, saat ini *thinking maps* sayangnya masih jarang digunakan dalam pembelajaran fisika atau pembelajaran fisika berbasis inkuiri. Oleh karena itu, penelitian ini menyelidiki pembelajaran berbasis inkuiri dengan *thinking maps* pada pembelajaran fisika.

METODE

Model pembelajaran berbasis inkuiri dengan *thinking maps* dikembangkan dengan model *Define, Design, Develop, dan Disseminate* atau

model 4D (Thiagarajan, Semmel, dan Semmel, 1974). Pada artikel ini yang disampaikan adalah hasil-hasil yang diperoleh pada tahap ujicoba.

Model pembelajaran berbasis inkuiri dengan *thinking maps* meliputi lima tahap yaitu observasi, manipulasi, generalisasi, verifikasi, dan aplikasi. Materi Fisika yang digunakan dalam prototipe model pembelajaran adalah materi keseimbangan dan dinamika rotasi untuk siswa SMA yang mencakup konsep torka, momen inersia, gravitasi, momentum sudut dan benda tegar (statis dan dinamik) serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Aktivitas-aktivitas belajar dalam pembelajaran fisika berbasis inkuiri dengan *thinking maps* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembelajaran Berbasis Inkuiri-*Thinking Maps* pada Pembelajaran Fisika

Sintaks	Aktivitas Siswa	Aktivitas Guru
Observasi	<ul style="list-style-type: none"> Mengamati dan mendeskripsikan fenomena materi ajar, dan selanjutnya menuliskan apa yang diketahui dan yang tidak diketahui dalam konteks materi yang ditunjukkan dalam fenomena. Menganalisis <i>thinking maps</i> yang diberikan guru dan mengaitkannya dengan fenomena. 	<ul style="list-style-type: none"> Menyajikan fenomena sesuai materi ajar. Fenomena dapat disajikan dalam bentuk demonstrasi atau video. Selanjutnya guru meminta siswa mendeskripsikan fenomena. Menyajikan contoh <i>thinking maps</i> dan meminta siswa menganalisisnya serta mengaitkannya dengan suatu fenomena.
Manipulasi	<ul style="list-style-type: none"> Membuat hipotesis berdasarkan hasil observasi, siswa kemudian melakukan eksplorasi untuk memperoleh pengetahuan baru dengan menggunakan lembar kerja 	<ul style="list-style-type: none"> Membimbing siswa dalam membuat hipotesis. Siswa dapat menggunakan <i>thinking maps</i> yang diberikan guru.
Generalisasi	<ul style="list-style-type: none"> Diskusi pengetahuan yang diperoleh dalam kelompok kerja. Penggunaan beberapa tipe <i>thinking maps</i> sangat diperlukan seperti <i>brace map</i> untuk menganalogikan pengetahuan yang ada dengan yang telah didapatkan, <i>tree map</i> untuk menjelaskan ide utama menjadi beberapa ide pendukung, atau <i>bubble map</i> untuk menggambarkan karakter. 	<ul style="list-style-type: none"> Membimbing siswa dalam melakukan diskusi pada lembar kerja yang telah diberikan. Membimbing siswa menganalisis dan membuat kesimpulan
Verifikasi	<ul style="list-style-type: none"> Mengomunikasikan hasil diskusi kelompok dalam diskusi kelas dan menyampaikan kesimpulan penyelidikan. Melakukan refleksi terhadap <i>thinking maps</i> yang diberikan, menunjukkan perbaikan dan penguatan terhadap <i>thinking maps</i> tersebut 	<ul style="list-style-type: none"> Membimbing siswa dalam mengomunikasikan hasil diskusi di depan kelas. Guru meminta siswa untuk membandingkan hasil dengan kelompok lain serta mengarahkan diskusi pada kesimpulan penyelidikan dan analisis <i>thinking maps</i> yang diberikan di awal kegiatan pembelajaran memberikan penguatan materi yang dilengkapi dengan analisis hasil diskusi dan <i>thinking maps</i>.
Aplikasi	<ul style="list-style-type: none"> Membuat kesimpulan pembelajaran dan memecahkan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari 	<ul style="list-style-type: none"> Membimbing siswa membuat kesimpulan pembelajaran dan memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Memberikan pekerjaan rumah (PR) membuat <i>thinking maps</i> dari materi yang dipelajari

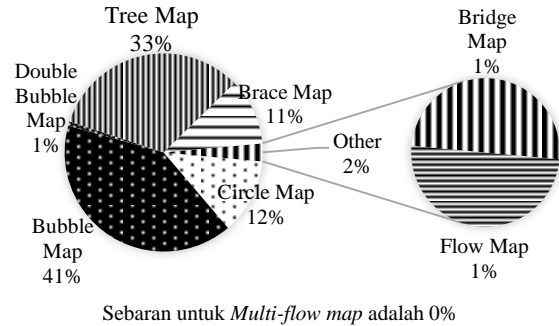
Model pembelajaran berbasis inkuiri dengan *thinking maps* diujikan pada pembelajaran Fisika di tiga Sekolah Menengah Atas (SMA) di Kota Malang. Di setiap sekolah dipilih dua kelas penelitian, satu kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran berbasis inkuiri dengan *thinking maps* dan satu kelas kontrol yang memperoleh pembelajaran berbasis inkuiri tanpa dilengkapi dengan *thinking maps*. Jumlah total siswa yang berpartisipasi dalam penelitian ini adalah 62 siswa dari enam kelas (tiga kelas kontrol dan tiga eksperimen). Di Sekolah A, pembelajaran dilaksanakan oleh satu guru Fisika yang memiliki pengalaman mengajar Fisika lebih dari 10 tahun. Di Sekolah B, pembelajaran dilaksanakan oleh guru Fisika yang memiliki pengalaman selama 5- 10 tahun. Di Sekolah C, pembelajaran dilaksanakan oleh guru Fisika yang memiliki pengalaman mengajar kurang dari 2 tahun. Instrumen penelitian adalah lembar observasi kegiatan pembelajaran (panduan wawancara) dan tes tertulis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil diskusi dengan guru menunjukkan bahwa meskipun pembelajaran berbasis inkuiri dengan *thinking maps* dapat dilaksanakan, siswa masih mengalami kendala. Guru A misalnya menyatakan bahwa siswa membuat *thinking maps* dengan representasi matematis dan tidak mengetahui makna fisisnya, sedangkan menurut Guru B siswa belum memahami cara memilih dan membuat *thinking maps* walaupun sebetulnya guru telah membimbing siswa dalam membuat *thinking maps*. Dalam hal proses belajar-mengajar, Guru Sekolah C menyatakan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri dengan *thinking maps* membuat siswa lebih aktif dan termotivasi dalam pembelajaran karena para siswa merasa bahwa membuat *thinking maps* adalah tugas yang menantang.

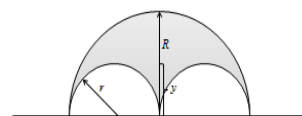
Pada akhir pembelajaran berbasis inkuiri dengan *thinking maps*, siswa diberikan tes tertulis dan juga ditugaskan untuk membuat *thinking maps*. Hasil menunjukkan bahwa siswa telah mampu membuat *thinking maps* dengan dua jenis *thinking maps* yang paling banyak dibuat siswa adalah *bubble map* dan *tree map* sedangkan jenis *thinking map* yang tidak dibuat oleh siswa adalah *multi-flow map* (Gambar 1). Tidak ditemukannya *thinking map* tipe *multi-flow map* disebabkan *multi-flow map* adalah peta yang kompleks dan menuntut pengetahuan siswa tentang hubungan

sebab akibat. Hasil ini sejalan dengan Long dan Carlson (2011) yang menunjukkan bahwa *multi-flow map* adalah *thinking maps* yang tidak mudah untuk dipahami siswa.



Gambar 1. Sebaran Tipe *Thinking Maps* yang Dibuat Siswa

Hasil tes menunjukkan bahwa siswa di kelas yang memperoleh pembelajaran berbasis inkuiri dengan *thinking maps* memperoleh nilai tes yang lebih baik secara signifikan dibandingkan dengan kelas kontrol ($t_{hitung} > t_{tabel}$; $2,92 > 1,66$ di sekolah A; $3,23 > 2,66$ di sekolah B; $3,19 > 2,66$ di sekolah C). Hasil ini sejalan dengan beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa siswa yang memperoleh pembelajaran berbasis inkuiri (Wolf dan Fraser, 2008; Matthew dan Kenneath, 2012; Avsec dan Kocijancics, 2014) maupun *thinking maps* (Mashal dan Kasirer, 2011) meraih nilai tes yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional. Pencapaian yang lebih baik ini disebabkan pembelajaran inkuiri dengan *thinking maps* menciptakan lingkungan belajar yang kondusif dimana siswa bebas berkreasi, sejalan dengan Wolf dan Fraser (2008) yang menyatakan bahwa pembelajaran inkuiri membuat siswa tidak terkungkung dalam suatu jenis eksplorasi ilmiah saja, dan juga sejalan dengan Hyerle (2008) bahwa salah satu keunggulan *thinking maps* adalah sifatnya yang sangat fleksibel dan mudah digunakan. Jawaban siswa kelas eksperimen untuk soal tes (Gambar 2) juga membuktikan bahwa siswa kelas eksperimen memiliki pemahaman yang lebih baik dibandingkan siswa di kelas kontrol.



Tentukanlah titik berat (y) pada sebuah bangun setengah lingkaran diatas!

Gambar 2. Contoh Soal Tes tertulis

Analisis jawaban tes siswa menunjukkan bahwa siswa di kelas eksperimen memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi yang lebih baik dibandingkan dengan siswa di kelas kontrol. Pada salah satu soal tes (Gambar 2) yang meminta siswa untuk menentukan titik berat pada sebuah bangun setengah lingkaran, siswa di kelas eksperimen menghitung letak titik berat (y) dengan formula $y = \frac{4R}{6\pi}$ karena besar $r = \frac{1}{2}R$, sedangkan pada siswa lain nilai R langsung diganti dengan r sehingga $y = \frac{4r}{3\pi}$. Jawaban siswa ini menunjukkan bahwa siswa kelas eksperimen memiliki pemahaman yang lebih mendalam sehingga akhirnya mampu membedakan kapan harus melakukan modifikasi dari formula yang ada. Hasil tes siswa maupun analisis jawaban siswa menunjukkan bahwa pembelajaran inkuiri dengan *thinking maps* efektif untuk digunakan dalam pembelajaran fisika.

KESIMPULAN

Pembelajaran berbasis inkuiri dengan bantuan *thinking maps* meningkatkan capaian belajar siswa dan mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi karena pembelajaran inkuiri dengan *thinking maps* menciptakan lingkungan belajar yang kondusif dimana siswa bebas untuk berkreasi dan mengembangkan pemahamannya. Hasil pada penelitian ini merupakan hasil penelitian uji coba sehingga penelitian dengan skala besar dan penelitian yang mengkaji bagaimana maupun komponen mana pada pembelajaran inkuiri dengan *thinking maps* yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa masih perlu untuk dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abi-El-Mona, I. & Adb-El-Khalick, F. (2008). The Influence of Mind Mapping on Eighth Graders' Science Achievement, *School Science and Mathematics*, 108(7), 298-312.
- Adodo, S.O. (2013). Effect of Mind-Mapping as a Self-Regulated Learning Strategy on Students' Achievement in Basic Science and Technology, *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(6), 163-172.
- Avsec, S & Kocijancic, S. (2014). Effectiveness of Inquiry-Based Learning: How do Middle School Students Learn to Maximize the Efficacy of a Water Turbine?, *International Journal of Engineering Education*, 30(6A), 1436-1449.
- Bayram, Z., Oskay, O.O., Erdem, E., Ozgur, S.D., & Sen, S. (2013). Effect of inquiry based learning method on students' motivation, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 106(2013), 988-996.
- Buzan, T. (1974). *Using Both Sides of the Brain*. New York: Dutton.
- Buzan, T. (1995). *The Mind Map Book*, Second Edition. London: BBC Books.
- Edelson, D.C., Gordin, D.N., & Pea, R.D. (1999). Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning Through Technology and Curriculum Design, *The Journal of The Learning Sciences*, 8(3-4), 391-450.
- Eppler, M.J. (2006). A comparison between concept maps, mind maps, conceptual diagrams, and visual metaphors as complementary tools for knowledge construction and sharing, *Information Visualization*, 5, 202-210.
- Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B., & Armstrong, N. (2009). Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence, *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2), 1-22.
- Hyerle, D. (1995). *Thinking Maps: Tools for Learning*. Raleigh, NC: Innovative Science, Inc.
- Hyerle, D. (1996). Thinking Maps: Seeing Is Understanding, *Educational Leadership*, 53(4), 85-89.
- Hyerle, D. (2008). Thinking Maps: A visual Language for Learning. Dalam Okada, A., Shum, S.B., & Sherborne, T. (ed.) *Knowledge Cartography: Advanced Information and Knowledge Processing*. London: Springer.
- Hussain, A., Azeem, M., & Shakoor, A. (2011). Physics Teaching Methods: Scientific Inquiry Vs Traditional Lecture, *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(19), 269-276.
- Kirschner, P.A., Sweller, J., & Clark, R.E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching, *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.

- Long, D.J., & Carlson, D. (2011). Mind the Map: How Thinking Maps Affect Student Achievement, *Networks: An Online Journal for Teacher Research*, 13, Issue 2, 1-7.
- Martinez, G., Perez, A.L., Suero, M.I., & Pardo, P.J. (2013). The Effectiveness of Concept Maps in Teaching Physics Concepts Applied to Engineering Education: Experimental Comparison of the Amount of Learning Achieved With and Without Concept Maps, *Journal of Science Education Technology*, 22, 204-214.
- Mashal, M., & Kasirer, A. (2011). Thinking maps enhance metaphoric competence in children with autism and learning disabilities, *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2045–2054.
- Matthew, B. M, & Kenneth, I.O. (2013). A Study on the Effects of Guided Inquiry Teaching Method on Students Achievement In Logic, *International Researchers*, 2, 135-140.
- Minner, D.D., Levy, A.J., & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002, *Journal of Research In Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Novak, J.D. (1980). Learning theory applied to the biology classroom, *The American Biology Teacher* 1980, 42, 280–285.
- Novak, J.D. & Gowin, D.B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Simsek, P., & Kabapmar, F. (2010). The Effect of inquiry-based learning on elementary students' conceptual understanding of matter, scientific process skills and science attitudes, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2(2010), 1190-1194.
- Suduc, A., Bizoi, M., & Gorghiu, G. (2015). Inquiry Based Science Learning in Primary Education, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 205 (2015), 474 – 479.
- Tekkaya, C. (2010). Remediating High School Students' Misconceptions Concerning Diffusion and Osmosis through Concept Mapping and Conceptual Change Text, *Research in Science & Technological Education*, 21(1), 5-16.
- Thacker, B., Kim, E., & Trefz, K. (1994). Comparing problem solving performance of physics students in inquiry-based and traditional introductory physics course, *American Journal of Physics*, 62(7), 627-633.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minneapolis, Minnesota: Leadership Training Institute/Special Education- University of Minnesota.
- Uzuntiryaki, E., & Geban, O. (2005). Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts, *Instructional Science*, 33, 311–339.
- Wu, H., Hsieh, C. (2006). Developing Sixth Graders' Inquiry Skills to Construct Explanations in Inquiry-based Learning Environments, *International Journal of Science Education*, 28(11), 1289-1313.
- Wolf, S.J., & Fraser, B.J. (2008). Learning Environment, Attitudes and Achievement among Middle-school Science Students Using Inquiry-based Laboratory Activities, *Research in Science Education*, 38, 321-341.