

Guided-Inquiry Laboratory Activities: Pemahaman Konseptual dan Keterampilan Sains Inkuiri Pebelajar di Sekolah Menengah Atas

Dhidi Erwanto

Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Sembilanbelas November Kolaka,
Sulawesi Tenggara, Indonesia

E-mail: dhidi_erwanto@usn.ac.id

Latar Belakang: Tantangan guru memilih strategi pembelajaran untuk melibatkan siswa lebih antusias dan teliti dalam proses pembelajaran masih menjadi fokus penelitian, khususnya peningkatan *conceptual understanding* dan *science inquiry skills*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman konseptual dan keterampilan inkuiri sains dengan menerapkan *guided-inquiry laboratory activities*.

Metode: Desain penelitian yang digunakan adalah *post-test only control group design*. Data diperoleh dari 80 siswa SMAN 1 Kolaka yang dibagi menjadi kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, setiap kelompok diberi tes pemahaman konseptual dan keterampilan inkuiri sains diukur menggunakan *lab report* and *lab quizzes*.

Hasil: pemahaman konsep dan keterampilan inkuiri sains siswa yang dibelajarkan menggunakan *guided-Inquiry laboratory activities* lebih baik dari *verification laboratory* meskipun kelompok eksperimen diberi kebebasan mendesain percobaan secara berkelompok.

Kesimpulan: *Guided-inquiry laboratory activities* dapat digunakan sebagai strategi untuk melibatkan siswa lebih antusias dan teliti dalam mengkonstruksi pemahaman konsep dan keterampilan inkuiri sains.

Kata kunci: *Guided-inquiry, Laboratory, Pemahaman konsep, Keterampilan inkuiri sains*

Abstract

Background: The challenge of teachers to choose particular learning strategies to engage students more enthusiastically and thoroughly in the learning process is still the main focus of the research, specifically how to improving conceptual understanding and science inquiry skills. This study aimed to implement guided-inquiry laboratory activities to determine the conceptual understanding and science inquiry skills.

Method: Research design was used post-test only controls group design. Data were obtained from 80 Senior High School 1 Kolaka Students who divided into experimental groups and control groups, each group was given a test of conceptual understanding and science inquiry skills science measured using the lab report and lab quizzes.

Result: Conceptual understanding and science inquiry skills of students who taught using guided-Inquiry laboratory activities are better than the verification laboratory nevertheless the experimental group is given feasible to design experiments in groups.

Conclusion: Guided-inquiry laboratory activities can be wielded as a strategy to engage students more enthusiastically and thoroughly in constructing the conceptual understanding and science inquiry skills.

Keywords: *Guided-inquiry, Laboratory, Conceptual Understanding, Science Inquiry Skills.*

PENDAHULUAN

Sangat ironi anggapan pebelajar di Sekolah Menengah Atas yang menyebutkan bahwa mata pelajaran kimia itu sulit, membosankan, dan menguras tenaga, serta membuang waktu. Hasil penelitian menunjukkan sebagian besar pebelajar mengalami kesulitan pada materi stoikiometri, asam basa, kinetika dan kesetimbangan kimia (Bridges, 2015; Cacmaki, 2010; Sanger, 2005). Kesulitan pemahaman sebagian disebabkan oleh

kurangnya pengetahuan guru mengenai prior knowledge pebelajar tentang konsep yang dipelajari, miskonsepsi, dan kecenderungan mengaplikasikan kemampuan aljabar tanpa pemahaman konseptual yang signifikan (Krisnan dan Howe, 1994; Bowen dan Bunce, 1997; Fang et al, 2018; Nurrenbern dan Pickering, 1987; Pushkin, 1998; Raviolo, 2001; Holme et al, 2015; Sanger, 2005). Terlebih lagi, beberapa pebelajar menghafal definisi dari beberapa

konsep atau fenomena dalam bentuk *chemistry verbatim* sehingga keterampilan yang diperoleh tanpa melalui *learning scientific* (Sund dan Trowbridge, 1973), mereka yang sukses menyelesaikan masalah secara algoritmik kadang kala tidak memahami konsep kimia (Halakova dan Praksa, 2007). Guru hendaknya dapat memilih strategi pembelajaran yang disesuaikan dengan karakter pebelajar, karakter materi, dan mendesain lingkungan pembelajaran yang dapat mengaktifkan pebelajar membangun pemahaman berdasarkan fenomena yang terjadi sehingga pembelajaran itu menyenangkan.

Guru yang memahami filosofi dasar pembelajaran sains tidak hanya dituntut memfasilitasi pebelajar membangun pemahaman berdasarkan kajian literatur tetapi juga melalui kegiatan laboratorium. Pembelajaran harusnya lebih ditekankan pada keterlibatan siswa membangun pemahaman yang akurat mengenai suatu konsep (Kimberlin & Yeierski, 2016) dengan mengkoneksikan ketiga tingkatan *chemical triangle* yaitu level makroskopik (experiments), mikroskopik (atom, molekul, dan ion), dan simbolik (symbol, rumus, dan persamaan) (Johnstone, 1991; Bowen dan Bunce, 1997). Pembelajaran kimia pun menuntut peran guru untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang dapat memberikan stimulasi kepada siswa untuk merumuskan pertanyaan, mengemukakan hipotesis, mendesain kegiatan eksperimen, mengumpulkan dan mengolah data, menjabarkan kesimpulan yang didasarkan pada bukti dan penemuan (Hume, 2010; Bruck, 2009; Herrington et al, 2011). Melibatkan pebelajar membangun pemahaman konseptual berarti memberikan pebelajar lebih maju dan pemikiran yang kurang dualistic, lebih berpengalaman dalam menyelesaikan masalah, lebih sitioasional dalam orintasi pengetahuan mereka, dan lebih verbal secara pemikiran sehingga lebih melibatkan pebelajar menggunakan *spectrum of cognitive development* (Pushkin, 1998).

Menjadikan kimia sebagai mata pelajaran yang diminati oleh pebelajar menjadi tantangan bagi sebagian guru khususnya mengarahkan pemahaman yang lebih baik dalam belajar sains. Menurut Chastrette dan Rao (1992) tren secara umum ditempuh dengan melibatkan pebelajar secara aktif dengan membuat pembelajaran

kimia relevan dengan kebutuhan masyarakat dan negara (Danipong dan Ferido, 2011). Pebelajar menjadi lebih antusias belajar ketika mereka sadar mengenai pentingnya pembelajaran kimia dalam kehidupan sehari-hari (Brown, 2000). Akibatnya, pebelajar dapat dengan mudah mengembangkan pemahaman mengenai konsep-konsep dasar kimia. *Guided-inquiry lab experiment* menjadi salah satu pilihan yang mengkombinasikan keuntungan pedagogik dari metode *open-inquiry* dan *expository experiment* (Gaddis, 2007). *Guided inquiry lab experiments* dikenal juga dengan istilah *discovery-based experiments* dimana guru memberikan pertanyaan dan pebelajar diarahkan untuk merancang prosedur eksperimen dalam menjawabnya (Cheung, 2011; Goddis dan Schoffstall, 2007). Sebagai alternatif, *guided-inquiry lab* memperbolehkan pebelajar mengikuti prosedur eksperimen yang diberikan untuk mendapatkan *first understanding* dari konsep kimia yang baru (Cheung, 2011). Selama kegiatan, pebelajar dilibatkan bekerja secara kolaboratif (*team*) dengan satu atau lebih teman sejawat (Branan dan Morgan, 2010). Efektivitas *guided inquiry lab activities* berhasil membuat pebelajar 1) memberikan pebelajar lingkungan untuk memahami kegiatan laboratorium secara Teknik dan prosedur, memberikan pengalaman melalui *inquiry science skills* sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan kemampuan berpikir abstrak (Abraham, 2011; Fang et al, 2016; Gaddis dan Schoffstall, 2007; Paveliceh dan Abraham, 1979; Scott dan Pentecost, 2016). Melibatkan pebelajar merancang kegiatan eksperimen berdasarkan masalah yang diberikan diharapkan dapat menumbuhkan kembangkan keterampilan sains inkuiri pebelajar seperti melakukan observasi, mengajukan hipotesis, interpretasi data.

Mempromosikan *guided-inquiry lab activities* di Sekolah Menengah Atas membantu pebelajar tidak hanya mempelajari konsep kimia tetapi diharapkan mampu mengembangkan keterampilan sains inkuiri. *Inquiry science skills* merupakan pengaplikasian prinsip penyelidikan saintifik dan metode melalui penyelesaian masalah yang terdiri dari beberapa keterampilan yaitu mengidentifikasi masalah, merancang kegiatan eksperimen, mengajukan hipotesis, membuat observasi, dan interpretasi data

(Nelson dan Abraham, 1973; Koslowski, 1996; Winkelman et al, 2015; Feyziglo, 2016). Tujuan utama dari penelitian ini untuk 1) mengilustrasikan perbandingan kemampuan pemahaman konseptual antara *traditional "verification" experiment* (pebelajar memverifikasi prinsip) dan *guided-inquiry* (pebelajar menyelidiki konsep menggunakan data hasil pengalaman di laboratorium), 2) mendeskripsikan *inquiry science skills* pebelajar yang terdiri dari kemampuan merumuskan hipotesis, merancang prosedur eksperimen, dan mengintrepetasi data).

METODE

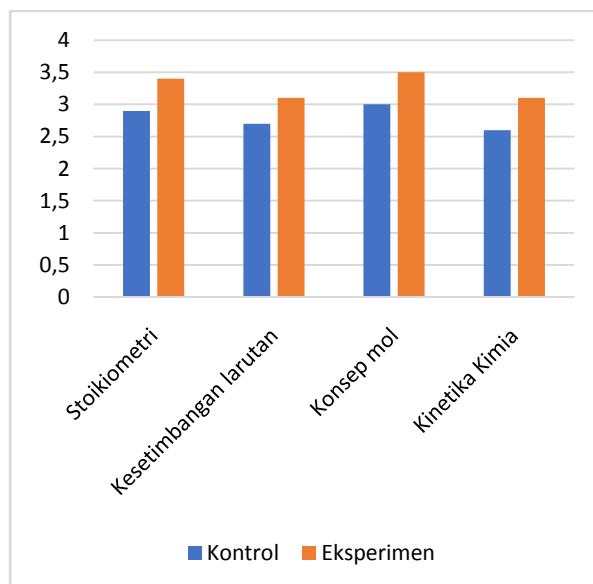
Penelitian ini merupakan quasi-experimental dengan desain *only nonequivalent control group*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pebelajar kelas XII SMA 1 kolaka sebanyak 200 orang yang terdiri dari 6 kelas. Sampel yang dipilih sebanyak 60 orang yang dibagi menjadi dua kelompok, kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pengambilan sampel menggunakan teknik *cluster random sampling* yang didasarkan dari kesamaan rata-rata nilai *prior knowledge* pada materi sebelumnya.

Instrumen yang digunakan terdiri dari 20 items soal pemahaman konseptual (pilihan ganda) materi stoikiometri, kesetimbangan larutan, konsep mol, dan kinetika kimia. Selain itu, tes *inquiry science skills* sebanyak 20 items diadaptasi dari Feyzioglu (2016) dan Winkelman et al (2017) yang terdiri dari kemampuan observasi, mendeteksi masalah, klasifikasi, merumuskan hipotesis, mendesain prosedur eksperimen, dan melakukan interpretasi data yang dikategorikan berdasarkan skala Likert 5 poin. Data pemahaman konseptual dan keterampilan sains inkuiri dianalisis menggunakan uji MANOVA dan uji korelasi Pearson.

HASIL

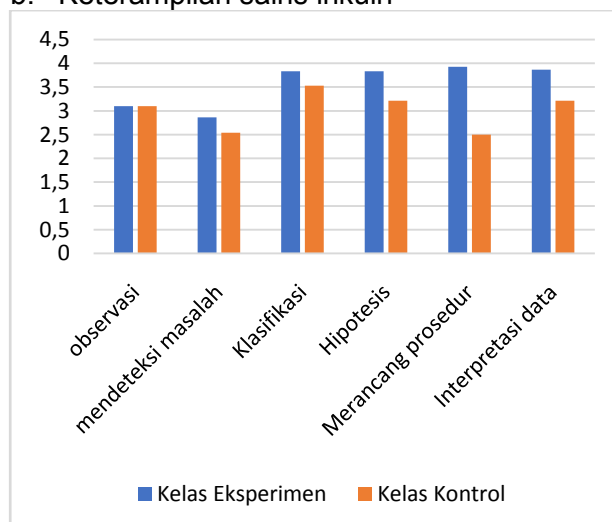
a. Pemahaman Konseptual

Perbandingan hasil pemahaman konseptual pada materi stoikiometri, kesetimbangan larutan, konsep mola dan kinetika kimia dapat dilihat pada Grafik 1 berikut.



Grafik 1 menunjukkan bahwa rerata pemahaman konseptual pebelajar yang dibelajarkan menggunakan *guided-inquiry lab activities* lebih tinggi dibandingkan yang dibelajarkan hanya menggunakan metode verifikasi. Terdapat tiga materi (stoikiometri, konsep mol, dan kinetika kimia) yang berbeda sebesar 0,5 poin antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil analisis menggunakan uji Manovamenunjukkan adanya perbedaan yang signifikan sebesar $p < 0,05$. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan *guided inquiry lab activities* berpengaruh terhadap pemahaman konseptual pebelajar. Pebelajar yang dibelajarkan menggunakan *Guided-Inquiry Lab Activities* memiliki rerata pemahaman konseptual yang lebih tinggi dibandingkan dengan pebelajar yang dibelajarkan menggunakan metode laboratorium verifikasi.

b. Keterampilan sains inkuiri



Hasil analisis keterampilan sains inkuiri pada Grafik 2 di atas menunjukkan bahwa kelas eksperimen lebih unggul dibandingkan kelas kontrol khususnya pada keterampilan hipotesis, merancang prosedur eksperimen dan interpretasi data meskipun kemampuan observasi kedua kelas sama. Hasil analisis menggunakan uji Manova menunjukkan perbedaan yang signifikan sebesar $p < 0,05$. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan *guided-inquiry lab activities* berpengaruh terhadap keterampilan sains inkuiri pebelajar. Pebelajar yang dibelajarkan menggunakan *Guided-Inquiry Lab Activities* memiliki keterampilan sains inkuiri (mendeteksi masalah, klarifikasi, mengajukan hipotesis, merancang prosedur eksperimen, dan interpretasi data) lebih tinggi dibandingkan dengan pebelajar yang dibelajarkan menggunakan metode laboratorium verifikasi.

Selain dilakukan uji MANOVA *Guided-Inquiry Lab Activities* terhadap pemahaman konseptual dan keterampilan sains inkuiri, juga dilakukan uji korelasi Pearson hubungan kedua variabel tersebut. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif antara pemahaman konseptual dengan keterampilan sains inkuiri ($p < 0,05$). Artinya, jika keterampilan sains inkuiri tinggi, maka pemahaman konseptual pebelajar juga tinggi, meskipun data hasil penelitian belum menunjukkan hubungan sebaliknya.

PEMBAHASAN

Penelitian ini fokus meneliti pemahaman konseptual, keterampilan sains inkuiri, dan hubungan keduanya melalui penerapan strategi pembelajaran sebagai variabel yang memiliki pengaruh baik secara langsung maupun tidak langsung selama penerapan *guided-inquiry lab activities*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi pembelajaran *guided-inquiry lab activities* membantu pebelajar membangun konsep berdasarkan kegiatan saintifik dan secara signifikan mempengaruhi pemahaman konseptual dan keterampilan sains inkuiri pebelajar. Meskipun hasil analisis belum menunjukkan adanya hubungan negatif antara kedua variabel.

Pemahaman konseptual merujuk pada kemampuan memahami fakta, prinsip, hukum, dan teori dalam mempelajari materi dengan menghubungkan ketiga level

representasi yaitu: makroskopik, mikroskopik, dan simbolik sehingga pebelajar dapat menyelesaikan masalah (Bowen & Bunce, 1997; Calik et al, 2010; Johnstone, 1991, Nakhleh, 1993). Hasil analisis uji MANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) secara statistik terhadap skor tes hasil pemahaman konseptual antara kelompok belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol. Munculnya perbedaan ini mengindikasikan bahwa penerapan strategi *guided-inquiry lab activities* membantu pebelajar mengkonstruksi pemahaman konseptual dengan baik. Hasil penelitian ini pun didukung oleh penelitian sebelumnya. Penerapan *guided-inquiry* potensial bagi pebelajar membangun dan mengembangkan pemahaman konseptual yang bersifat *interconnected* (Fogleman et al, 2011; Linn & Eylon, 2011; Bridle & Yeziarski, 2012; Ealy, 2013; Rodriguez & Anicete, 2010; Williamson, 2012). Kegiatan laboratorium merupakan kunci dalam mengidentifikasi konsep baik melalui *guided-inquiry lab activities* maupun *verification experiment* (bukan dilihat dari strategi pembelajarannya) dalam membangun keterampilan sains inkuiri yang lebih efektif sehingga melahirkan *positive attitude* bagi pebelajar (Abraham, 2011).

Dibandingkan dengan keterampilan sains inkuiri terdiri dari keterampilan klarifikasi, mengajukan hipotesis, merancang kegiatan eksperimen, dan interpretasi data, pebelajar dikelompokkan kelas eksperimen lebih unggul daripada dikelompokkan kelas kontrol. Pebelajar memerlukan tidak hanya pemahaman konseptual yang akurat terhadap konsep saintifik tetapi juga keterampilan untuk mengidentifikasi bukti yang relevan dan membuat *logical connections* antara bukti dan penjelasan (Kyza et al, 2011; Wu & Hsieh, 2006). Akibatnya, mempelajari *transfer* keterampilan menjelaskan terhadap konteks yang berbeda merupakan suatu tantangan bagi pebelajar dan hal ini dapat dijadikan alasan kenapa pebelajar dapat secara signifikan melakukan suatu progres dalam keterampilan *experimenting* tetapi tidak pada keterampilan *explanatory*. Pebelajar yang *modest performance* pada keterampilan *explanatory* membutuhkan waktu yang lebih banyak dalam mengembangkan keterampilan (Fang et al, 2016).

Penelitian juga menunjukkan bahwa meskipun pebelajar dikelompokkan kelas kontrol

tidak mengindikasikan progres yang signifikan melalui keterampilan menjelaskan, namun tetap menunjukkan kemampuan melakukan eksperimen yang baik. Salah satu faktor yang mempengaruhi kesuksesan mereka adalah dengan menggunakan *visualization tools* untuk mendukung selama proses eksperimen seperti mengidentifikasi dan memilih variabel atau dalam melakukan kegiatan eksperimen. Misalnya, melalui praktikum kinetika kimia, suatu simulasi yang telah dikembangkan sebelumnya dapat dipahami oleh pebelajar untuk membantu membangun pemahaman konseptual untuk melakukan *virtual experiments*. Pebelajar dapat memanipulasi variabel yang relevan seperti jumlah konsentrasi, luas bidang sentuh, dan suhu dalam memahami laju reaksi. Hal ini pun didukung oleh hasil penelitian yang menyebutkan bahwa melalui *visualization tools* selama verifikasi memberikan *scaffolding* yang efektif untuk melakukan proses investigasi yang berpengaruh terhadap keteampilan eksperimen (Linn et al, 2004; Quinta et al, 2004).

Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif antara keterampilan sains inkuiri dengan pemahaman konseptual. Hasil penelitian ini didukung oleh Fang et al (2016) yang menyebutkan bahwa *guided-inquiry* secara efektif memfasilitasi pebelajar membina dan mengintegrasikan pemahaman konseptual. Pengembangan keterampilan sains inkuiri pebelajar merupakan salah satu variabel penting yang mempengaruhi konstruksi pemahaman konseptual yang terintegrasi. Oleh karena itu, saya percaya bahwa menempatkan pembelajaran konten dalam kegiatan inkuiri (laboratorium) tidak hanya dapat menyediakan kesempatan untuk melatih keterampilan sains inkuiri tetapi juga dapat membantu membangun secara mendalam, *meaningful* dan *interconnected* pemahaman konseptual (Geier et al, 2008; Minner et al, 2010).

KESIMPULAN

Autentik penerapan *Guided-Inquiry Lab Activities* menyajikan sejumlah manfaat bagi pebelajar khususnya di Sekolah Menengah Atas 1 Kolaka, Sulawesi Tenggara, tidak hanya pada pemahaman konseptual yang lebih baik, tetapi juga pada proses menumbuh kembangkan keterampilan sains inkuiri (klarifikasi, mengajukan hipotesis,

merancang kegiatan praktikum, dan interpretasi data). Meskipun pendekatan tersebut masih menantang untuk diimplementasikan seperti melakukan kolaborasi dengan teman sejawat secara serius dan mendesain rancangan praktikum tetapi sangat diharapkan perkenalan pendekatan strategi pembelajaran ini dapat dijadikan sebagai alternatif dalam membangun pemahaman konseptual yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abraham, M.R. What Can be Learned from laboratory activities? Revisiting 32 Years of Research. *Journal of Chemical Education*, 2011; 88: 1020-1025.
2. Branan, D, & Morgan, M. Mini-Lab Activities: Inquiry-Based Lab Activities for Formative Assessment. *Journal of Chemical Education*, 2010; 87(1): 69-72.
3. Bridle, C.A, & Yeziarski, E.J. Evidence for the Effectiveness of Inquiry-Based, Particulate-Level Instructions on Conceptions of the Particulate Nature of Matter. *Journal of Chemical Education*, 2012; 89(2): 192-198.
4. Bowen, C.W, & Bunce, D.M. 1997. Testing for Conceptual Understanding in General Chemistry. *The Chemical Educator*, 2(2)1-17.
5. Cheung, D. Teacher beliefs about Implementing Guided-Inquiry Laboratory experiments for Secondary School Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 2011; 88, 1462-1468.
6. Ealy, J.B. Development and Implementation of a First-Semester Hybrid Organic Chemistry Course: Yielding Advantages for Educators and Students. *Journal of Chemical Education*, 2013; 90(3): 303-307.
7. Fang, Su-Chi., Hsu, Ying-Shao., Chang, Hsin-Yi., Chang, Wen-Hua., Wu, Hsin-Kai, & Chen, Chih-Ming. Investigating the effect of structured and guided inquiry on students development of conceptual knowledge and inquiry abilities: a Case study in Taiwan. *International Journal of Science Education*, 2016; 1-27.
8. Feyziglo, B. The Role of Inquiry-Based Self-Efficacy, Achievement, Goal Orientation, and Learning Strategies on Secondary-School Students' Inquiry

- Skills. *Research in Science and Technological Education*, 2019; 1-27.
9. Fogleman, J., McNeill, K.L., & Krajcik, J. Examining the Effect of teachers Adaptations of a Middle School Science Inquiry-Oriented Curriculum Unit on Student Learning. *Journal Research in Science Teaching*, 2011; 48(2): 149-169.
 10. Gadding, B.A., & Schoffstall, A.M. Incorporating Guided-Inquiry Learning into the Organic Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 2007; 84(5): 848-851.
 11. Geier, R., Blumenfeld, P.C. Marx, R.W., Krajcik, J.S., Fishman, B.J., Soloway, E., & Clay-Chambers, J. 2008. Standardized test Outcomes for Students
 12. Holmee, T.A., luxford, C.J., & Brandriet, A. Defining Conceptual Understanding in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 2015; 92: 1477-1483.
 13. Johnstone, A.H. Why Science is Difficult to Learn? Things are Seldom What They Seen. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1991; 7(2): 75-83.
 14. Kimberlin, S, & Yeziarski, E. Effectiveness of Inquiry-Based lessons Using Particulate Level Models to Develop High School Students' Understanding of Conceptual Stoichiometry. *Journal of Chemical Education*, 2016; A-H.
 15. Kuhn, D, & Franklin, S. The Second Decade: What Develops (and how). In *handbook of child psychology: Cognition, Perception, and Language Volume 2* 6th Ed. W. Doman, R. M. Lerner (Series Eds), 953-993. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. 2006.
 16. Koslowski, B. *Theory and Evidence: The Development of Scientific reasoning*. Cambridge: MIT Press. 1996
 17. Kyza, E.A., Constantinou, C.P, & Spanoudis, G. Sixth Grades co-construction of Explanations of a Disturbance in an Ecosystem: Exploring Relationship between Grouping, reflective, Scaffolding, and Evidence-based Explanations. *International Journal of Science Education*, 2011; 33(18): 2489-2525.
 18. Linn, M.C., Bell, P, & Davis, E.A. Specific Design Principles: Elaborating the Scaffolded Knowledge Integration Framework. In M. C. Linn, E. A. Davis, & Bell, P (Eds), *Internet Environments for Science Education*, 2004; 315-339.
 19. Linn, M.C, & Eylon, B.S. Making Visualization Valuable. In *Science Learning and Instructions: Taking Advantage of Technology to Promote Knowledge Integration*. New York: Routledge. 2011.
 20. Nakhleh, M.B. Are Our Students Conceptual Thinkers or Algorithmic Problem Solvers? *Journal of Chemical Education*, 1993; 70(1): 52-55.
 21. Nelson, M.A, & Abraham, E.C. Inquiry Skills Measures. *Journal of Research in Science Teaching*, 1973; 10(4): 291-297.
 22. Nurrenbern, S.C, & Pickering, M. Concept Learning versus problem Solving: Is There a Difference?. *Journal of chemical education*, 1987; 64(6): 508-510.
 23. Minner, D.D., Levy, A.J, & Century, J. 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*, 2010; 47(2): 474-496.
 24. Pavelich, M.J, & Abraham, M.R. An Inquiry Format Laboratory Program for general Chemistry. *Journal of Chemical Chemistry*, 1979; 56(2): 100-103.
 25. Quintana, C., Reiser, B.J., Davis, E.A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R.G, & Soloway, E. A Scaffolding Design Framework for Software to Support Science Inquiry. *Journal of the Learning Sciences*, 2004; 13(3): 337-386.
 26. Scott, P, & Pentecost, T.C. From Verification to Guided Inquiry: What Happens When a Chemistry Laboratory Curriculum Changes?. *Journal of College Science Teaching*, 2016; 42(3): 82-88.
 27. Winkelman, K., Baloga, M., Marcinkowski, T., Giannoulis, C., Anquandah, G, & Cohen, P. Improving Students Inquiry Skills and Self-Efficacy through Research-Inspired Modules in The General Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 2016; A-I.
 28. Wu, H-K, & Hsieh, C.E. Developing Sixth Grades Inquiry Skills to Construct Explanations in Inquiry-Based Learning Environments. *International Journal of Science Education*, 2006; 28(11), 129-1313.

