

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ

ภาควิชาชีววิทยา และหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110
E-mail: somkiatp@swu.ac.th, phsomkiat@hotmail.com

รับบทความ: 15 กุมภาพันธ์ 2556 ยอมรับตีพิมพ์: 22 เมษายน 2556

บทคัดย่อ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันควรจัดการเรียนรู้โดยวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะสำคัญ คือ นำความรู้เดิมจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาสร้างความรู้ใหม่ในบริบทที่แตกต่างกันออกไป การเรียนการสอนเปลี่ยนแปลงจากการบรรยายเป็นการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ผู้สอนต้องประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงเพื่อให้เข้าใจธรรมชาติ การเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนและประเมินสมรรถนะที่ผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรได้รับ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยอาจใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบและให้ลงมือทำปฏิบัติการจริงเพื่อสร้างทักษะต่าง ๆ สำหรับผู้เรียนและใช้เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะและเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิต

คำสำคัญ: การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สมรรถนะของผู้เรียน ทักษะคิดในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

Learning Management of Science in 21st Century

Somkiat Phornphisutthimas

Department of Biology, and Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning,
Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Wattana, Bangkok 10110, Thailand
E-mail: somkiatp@swu.ac.th, phsomkiat@hotmail.com

Abstract

Learning and teaching about sciences, nowadays, is managed by using various learning management to assist learners to have an important competency, using the prior experience to construct the new knowledge in different contexts. The learning and teaching method has been changed from lecture to collaboration between teachers and learners. The teachers have authentically assessed to recognise the learners' learning and evaluate their achieved competencies in learning sciences. The learning management in science is the child-oriented learning by using various media and hands-on practicals to construct learners' skills, as well as used to be tools for inquiry and lifelong learning.

Keywords: 21st Century skill, Students' competency, Attitude towards science learning

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน นอกจากความรู้เบื้องต้นที่ผู้สอนต้องเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้เกิดขึ้นได้อย่างไร (Learning How to Learn) (Novak and Gowin, 2002; James et al., 2006) มนุษย์เรียนรู้ได้อย่างไร (How People Learn) (NAP, 2000) และผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างไร (How Student Learn) (NAP, 2005) แล้ว ผู้สอนยังต้องเปลี่ยนแปลงจากการใช้วิธีสอนแบบบรรยาย (lecture teaching) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (child-oriented learning) และเปลี่ยนวิธีการวัดผลจากการวัดผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ผู้สอนกำหนดตามเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ (forward design) มาเป็นกำหนดสมรรถนะหรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ผู้เรียนควรได้รับก่อนเขียนแผนจัดการเรียนรู้และเขียนจุดประสงค์ให้ตรงกับสมรรถนะที่ผู้เรียนควรได้รับ (backward design) (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551; Wiggins and McTighe, 2005) การวัดผลการเรียนรู้ในปัจจุบันมีลักษณะเป็นการประเมินตามสภาพจริงมากยิ่งขึ้น ส่วนใหญ่เป็นการวัดประเมินเชิงปฏิบัติมากกว่าการวัดประเมินโดยใช้ข้อสอบข้อเขียน (Wiggins and McTighe, 2011)

การจัดการเรียนรู้ในยุคศตวรรษที่ 21 เน้นให้ทั้งผู้เรียนและผู้สอนก้าวเข้าสู่การเรียนรู้ในอนาคตไปพร้อม ๆ กัน การจัดการเรียนรู้ในยุคศตวรรษที่ 21 จึงต้องปรับสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ในเรื่องการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เวลาในการเรียนรู้ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ชุมชน และนโยบายของรัฐและสถานศึกษา เพื่อให้สนับสนุนสมรรถนะของผู้สอนและผู้เรียนในโลกอนาคต (ภาพที่ 1 และภาพที่ 2)

เพื่อให้ก้าวเข้าสู่โลกอนาคตได้อย่างสมบูรณ์ เราจะต้อง



ภาพที่ 1 ผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21

ที่มา: ดัดแปลงจาก http://www.rockyview.ab.ca/assets/images/portraitlearner.jpg/image_view_fullscreen
สืบค้นเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2556



ภาพที่ 2 เสาหลักของการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ที่มา: Fansher, 2011

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีลักษณะสำคัญ 9 ประการ (ดัดแปลงจาก <http://www.teachthought.com/learning/9-characteristics-of-21st-century-learning/> สืบค้นวันที่ 10 เมษายน 2556) ได้แก่

- (1) เป็นลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- (2) ใช้สื่อต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้ (media-driven) (สื่อในที่นี้ไม่ได้หมายถึงสื่ออิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น)
- (3) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ (personalised)
- (4) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนและสังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ได้ (transfer-by-design)
- (5) แสดงออกได้อย่างโปร่งใส (visibly relevant) โดยยึดหลักการเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติและทำให้เกิดความร่วมมือในการทำงานอย่างมีความสุข
- (6) ผู้เรียนได้รับความรู้ในปริมาณมาก (data-rich) จากการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตร โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้และทรัพยากรต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
- (7) มีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับภาวะการณ์ตลอดเวลา (adaptable) จนเกิดการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด
- (8) มีการประสานงานและจัดการเรียนรู้ร่วมระหว่างสถานศึกษาและชุมชน (interdependent)

(9) มีความหลากหลาย (diverse) ของกระบวนการ วิธีการ เทคนิค และสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ระหว่าง ผู้สอน ผู้เรียน และชุมชน

การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวนี้สอดคล้องกับหมวดที่ 4 แนวการจัดการศึกษา ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 การจัดการเรียนรู้ในยุคศตวรรษที่ 21 ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเรื่องการประเมินผลระหว่างการเรียนรู้ด้วยการ ประเมินทักษะการปฏิบัติเป็นสำคัญ การประเมินผลการเรียนรู้ แบบนี้ช่วยผู้เรียนเข้าถึงสิ่งต่าง ๆ (ดัดแปลงจาก James et al., 2006) ดังนี้

- (1) เข้าใจจุดประสงค์การเรียนรู้และเข้าใจถึงการจัดการความรู้ในปริมาณมาก
- (2) เรียนรู้และเข้าใจการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ปรับปรุง และพัฒนาตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ได้รับ
- (3) เรียนรู้และเข้าใจในระบบการตรวจสอบด้วยตนเองระหว่างผู้เรียนและสามารถจัดการความรู้เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนเข้าใจได้โดยง่าย

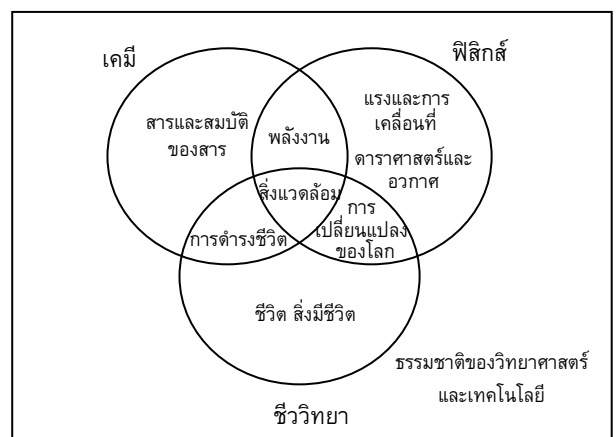
หากต้องการให้ผู้เรียนเข้าถึงการเรียนรู้โลกอนาคต ผู้สอนต้องปรับเปลี่ยนวิธีการสอน หากกลยุทธ์ใหม่ ๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้และคัดกรองความรู้ที่ถูกต้องมาสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ บทบาทของผู้สอนจึงเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่เคยบอกเล่าเรื่องราวจากการอ่านหนังสือและตำรา และจากประสบการณ์เดิมที่ผู้สอนมีอยู่ มาเป็นเรียนรู้ร่วมกับผู้เรียนไปพร้อม ๆ กัน และไม่ขีดเส้นกรอบให้แคบจนผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) ไม่ได้

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาและปริมาณความรู้ที่มีมากขึ้นในแต่ละวัน การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในยุคก่อนเป็นการถ่ายทอดความรู้โดยใช้วิธีบรรยาย และใช้ปฏิบัติการเป็นสื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องราววิทยาศาสตร์ผ่านการปฏิบัติ อย่างไรก็ตาม การทำปฏิบัติการในยุคก่อนจนถึงปัจจุบันยังคงเป็นการเฉลยคำตอบในระหว่างที่ผู้สอนบรรยาย จึงทำให้ผู้เรียนปัจจุบันไม่ค่อยสนใจการทำปฏิบัติการมากนัก ในช่วงศตวรรษที่ 20 การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นการเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจในเนื้อหาโดยผ่านการค้นคว้าและสืบเสาะโดยการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน (Toplis, 2011)

ในปลายศตวรรษที่ 20 มีการเปลี่ยนแปลงโดยลดทอนความรู้ที่ไม่จำเป็นต่อการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงโดยเน้นเฉพาะสาระที่สำคัญและใช้กระบวนการสืบเสาะ (inquiry) เป็นรากฐานของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Toplis, 2011) ผู้เรียนสามารถหาความรู้ได้จาก การสืบเสาะ แต่ยังไม่เข้าใจการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามธรรมชาติที่ควรเป็น นอกจากนี้ปฏิบัติการส่วนใหญ่ที่พบในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย เป็นบทปฏิบัติการที่เลียนแบบมาจากต่างประเทศ และตัวอย่างต่าง ๆ ที่พบในบทเรียนเป็นตัวอย่างที่ไกลตัวผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจกลไกการทำงานของวิทยาศาสตร์ได้ยาก ดังนั้นการเรียนรู้ในปัจจุบันจึงปรับเปลี่ยนมาเป็นหลักสูตรสถานศึกษา หลักสูตรท้องถิ่น และควบคุมมาตรฐานโดยใช้สาระแกนกลาง และตัวชี้วัดร่วมกันทั้งประเทศ หรือที่เรียกว่า หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551ก)

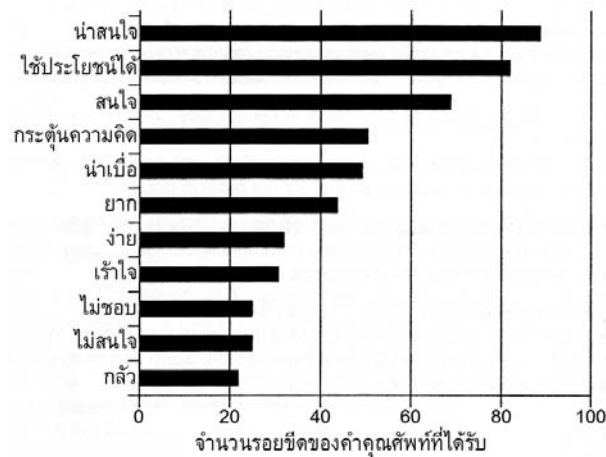
ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีจุดประสงค์เพื่อเรียนรู้กลไกการทำงานของวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเป็นหลัก (Linn and Eylon, 2011; Toplis, 2011) สำหรับประเทศไทย หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำแนกออกเป็น 8 กลุ่มสาระ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตและกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตและสิ่งแวดล้อม สาร และสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 ข) เปรียบเทียบกับการจัดรายวิชาแบบเดิมได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้ระบบเดิมในการศึกษาขั้นพื้นฐาน

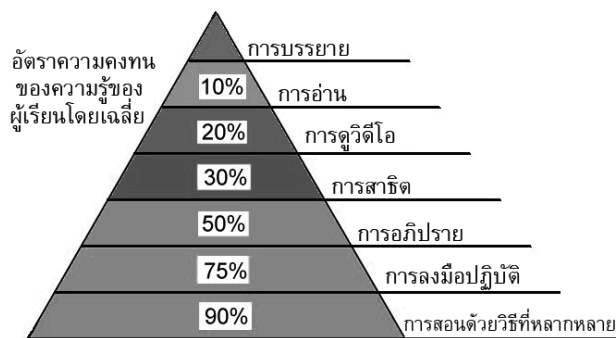
ทัศนคติในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จากการสำรวจทัศนคติในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของประเทศอังกฤษในระดับ General Certificate of Secondary Education (GCSE) (ภาพที่ 4) พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศอังกฤษเข้าถึงชีวิตจริงของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 มากขึ้น (Cerini et al., 2003) นักเรียนที่เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรของประเทศอังกฤษ แสดงความคิดเห็นว่า การอภิปรายหรือโต้แย้งกันในห้องเรียนเป็นวิธีที่มีประโยชน์และมีประสิทธิภาพสูงสุดในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รองลงมา คือ การทำปฏิบัติการและการออกภาคสนาม ตามลำดับ และวิธีที่สนุกสนานในการเรียนรู้มากที่สุด คือ การออกภาคสนาม (ตาราง 1) ซึ่งวิธีเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนชื่นชอบทำให้เกิดความคงทนของความรู้มากที่สุดและสอดคล้องกับพีระมิดการเรียนรู้ในภาพที่ 5



ภาพที่ 4 การเลือกคุณศัพท์ที่แสดงถึงทัศนคติในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ GCSE ในประเทศอังกฤษ

ที่มา: Cerini et al., 2003



Source: National Training Laboratories, Bethel, Maine

ภาพที่ 5 พีระมิดการเรียนรู้ (learning pyramid)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Abram, 2013

ตาราง 1 ความคิดเห็นของนักเรียนอังกฤษในระดับ GCSE ต่อวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (n =1,450 คน)

วิธีการเรียนรู้	มีประโยชน์และมีประสิทธิภาพ	สนุกสนาน
การจดคำบรรยายจากครู	45%	15%
การดูวิดีโอ	27%	75%
การอ่านตำรา	17%	18%
การบันทึกจากหนังสือและอื่น ๆ ด้วยตนเอง	24%	13%
การคัดลอกจากกระดาน	23%	17%
การสืบค้นวิทยาศาสตร์	32%	50%
การนำเสนอวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน	17%	43%
การวิจัยวิทยาศาสตร์บนอินเทอร์เน็ต	8%	44%
การเรียนรู้จากการออกภาคสนาม	30%	85%
การทำปฏิบัติการในห้องเรียน	38%	71%
การอภิปราย/โต้แย้งในห้องเรียน	48%	64%

ที่มา: Murray and Reiss, 2005

จากภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่าการเรียนรู้ด้วยวิธีการบรรยายเป็นวิธีการที่ผู้เรียนได้รับความรู้และมีความคงทนของความรู้โดยเฉลี่ยน้อยที่สุด วิธีที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้เพื่อให้ได้ความรู้มากที่สุดเป็นสอนโดยใช้วิธีการต่าง ๆ ผสมผสานกันและให้ผู้เรียนได้ลงมือทำเอง คิดเอง ทั้งนี้ผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำและไม่บอกคำตอบ เพื่อให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

จากการสำรวจทัศนคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในภาคกลางของประเทศไทยจำนวน 1,985 คน (ตาราง 2) ผู้นิพนธ์พบว่า ผู้เรียนต้องการให้มีการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการเรียนที่หลากหลายโดยให้มีการจัดบรรยากาศของห้องเรียนให้น่าเรียนรู้ การเรียนรู้อาจเกิดขึ้นในหรือนอกห้องเรียน และการให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมนอกห้องเรียนหรือนอกสถานที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น นอกจากนี้การทำปฏิบัติการยังเป็นวิธีการเรียนรู้ที่สำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาภาคบรรยายได้มากขึ้น ผู้เรียนคิดว่า วิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการเรียนรู้วิชาอื่น การเรียนรู้ชีวิตนักวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความเป็นมาของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น และต้องการให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเข้าใจชีวิตจริงของผู้เรียนให้มากที่สุด จากการสัมภาษณ์ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า ผู้เรียนยังคิดว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก โดยเฉพาะส่วนที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าและบางเรื่องต้องใช้

จินตนาการมากกว่าการเรียนรู้จากธรรมชาติที่เห็นได้โดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Ogunkola and Samuel (2011) Osborne and Collins (2001) และ Jenkins and Nelson (2005)

ตาราง 2 ความคิดเห็นของนักเรียนมัธยมศึกษาในภาคกลางของประเทศไทยต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)

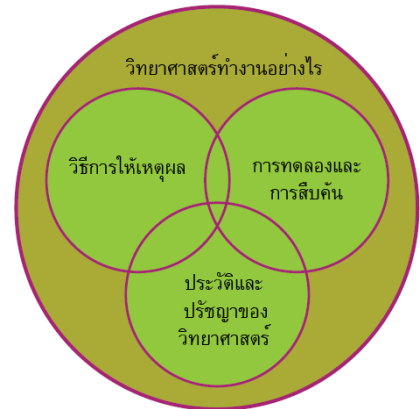
หัวข้อความคิดเห็น	คะแนนความคิดเห็น (ค่าเฉลี่ย \pm SD)
1. สาธารณการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ปัจจุบันที่เรียนรู้เข้าใกล้กับชีวิตของนักเรียน	3.32 \pm 0.54
2. วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้วิชาอื่นได้	3.80 \pm 0.65
3. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการทำปฏิบัติการช่วยให้เข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น	4.05 \pm 0.74
4. การเรียนรู้เรื่องราวของนักวิทยาศาสตร์เป็นกลไกให้เข้าใจถึงองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น	3.62 \pm 0.25
5. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติดีกว่าการเรียนด้วยวิธีบรรยายเพียงอย่างเดียว	3.91 \pm 0.54
6. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน เช่น การนำเสนอในทรรศการ การออกภาคสนาม ทำให้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น	3.83 \pm 1.05
7. ผู้สอนควรใช้วิธีที่หลากหลายในการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์	4.05 \pm 0.91
8. การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น	3.82 \pm 1.14

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทปัจจุบัน

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเป็นการเรียนรู้ว่า วิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร (How science work) (Toplis, 2011) ซึ่งมีองค์ประกอบที่เป็นแกนหลักของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 3 ประการ (ภาพที่ 6) ได้แก่ (1) การศึกษาประวัติและปรัชญาของวิทยาศาสตร์ เป็นการเรียนรู้ความเป็นมาของวิทยาศาสตร์ เรียนรู้วิธีการคิดของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความซาบซึ้งใจและทำให้ผู้เรียนต้องการเรียนร่วมกับนักวิทยาศาสตร์หรือเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนวาดภาพหรือจินตนาการไว้ (2) การทดลองและสืบค้นข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ผู้เรียนคาดหมายไว้ และ (3) เรียนรู้วิธีการให้เหตุผลเพื่อนำไปสู่การอภิปราย วิเคราะห์ รวมถึงการสังเคราะห์ประมวลความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้งานต่าง ๆ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้วิธีการหลากหลายและใช้สื่อการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีแบบเดิม

(conventional technology) และเทคโนโลยีดิจิทัล (digital technology) (ตาราง 3) เพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างเต็มศักยภาพ



ภาพที่ 6 แนวทางในการศึกษาการทำงานของวิทยาศาสตร์ ที่มา: Williams, 2008

การออกแบบรายวิชาให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงภาวะแวดล้อมในการจัดการเรียนรู้ (ภาพที่ 7) ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (brain-based learning) (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาตร, 2551) โดยเน้นความเข้าใจของผู้เรียน ทำให้เกิดเรียนรู้เต็มศักยภาพ การใช้การคิดวิเคราะห์ กระบวนการสะท้อนกลับและการขยายความรู้ และการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ จากหลักฐานเชิงประจักษ์ การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก ได้แก่

- (1) การแนะนำผู้เรียนให้เรียนรู้ได้อย่างอิสระ
 - (2) การจัดให้ผู้เรียนประยุกต์ความรู้ไปใช้ในบริบทต่าง ๆ กัน
 - (3) สร้างให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดในแงุ่มุมที่หลากหลายและควบคุมความคิดที่ต้องการแสดงออกด้วยตนเองได้
- การเรียนรู้ในบริบทศตวรรษที่ 21 อาจจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายแบบทั้งที่เป็นทางการ (formal learning) และไม่เป็นทางการ (informal learning) ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้ควรให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ (constructivist learning model) จากความรู้เดิม บริบทแวดล้อม การสนทนากับผู้อื่น รวมถึงการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ วิธีการนี้จะทำให้ผู้เรียนมีความจำในระยะยาวหรือความคงทนของความรู้ (retention) ได้ดีขึ้น (Laloknam et al., 2010)

ตาราง 3 ประเภทการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้แบบเดิมและดิจิทัลที่ใช้ผสมผสานกันในแต่ละวิธีการเรียนรู้

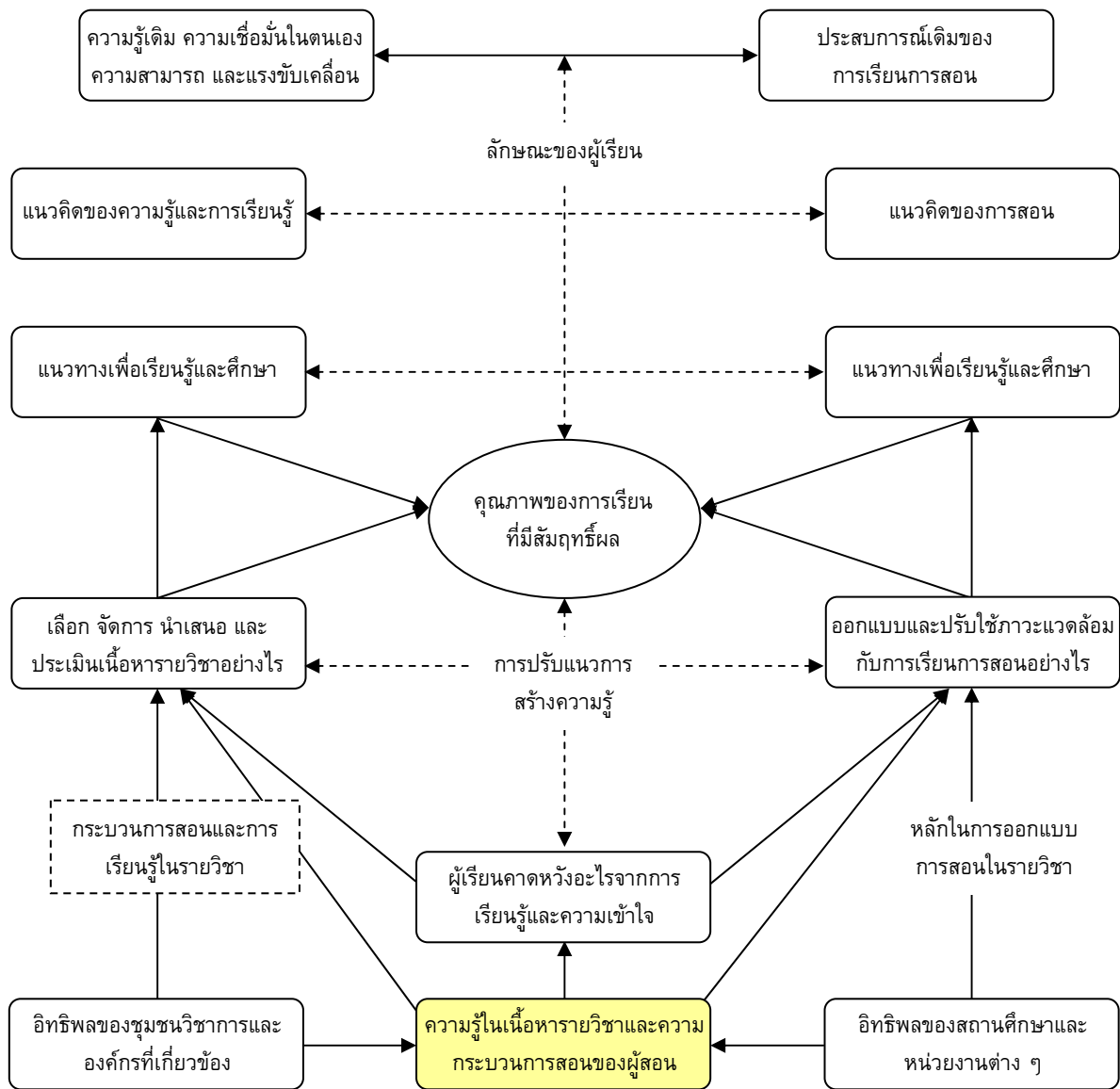
ประเภทการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้แบบเดิม	สื่อการเรียนรู้ดิจิทัล
การรับรู้ (acquisition)	การอ่านหนังสือ บทความ การฟังการบรรยาย การดูการสาธิต การเรียนในชั้นเรียน	การอ่านสื่อมัลติมีเดีย เว็บไซต์ เอกสารดิจิทัล และทรัพยากรต่าง ๆ การดูภาพเคลื่อนไหว และวิดีโอ
การสืบเสาะ (inquiry)	ใช้คำแนะนำในการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อคิดเห็นและข้อมูลที่ได้จากวัสดุอุปกรณ์และทรัพยากรที่มีอยู่ เปรียบเทียบข้อมูลที่เก็บมาได้ ค้นคว้า และประเมินข้อมูลหรือข้อคิดเห็นที่ได้มา	ใช้คำแนะนำหรือที่ปรึกษาออนไลน์ วิเคราะห์ข้อมูลและข้อคิดเห็นที่ได้จากสื่อดิจิทัล เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เครื่องมือดิจิทัล
การปฏิบัติ (practice)	ทำกิจกรรม โครงการ ปฏิบัติการ ออกภาคสนาม สันทนาการกับผู้สอนแบบตัวต่อตัว และทำกิจกรรม บทบาทสมมติ	ใช้แบบจำลองต่าง ๆ ห้องเรียนเสมือน ออกภาคสนาม และบทบาทสมมติออนไลน์
การสร้างผลผลิต (production)	การสร้างผลผลิตที่เป็นข้อความ ความเรียง รายงาน บัญชี การออกแบบ การแสดงออก สิ่งประดิษฐ์ ภาพเคลื่อนไหว แบบจำลอง และวิดีโอ	ผลิตและจัดเก็บเอกสารดิจิทัล การนำเสนอ การออกแบบ การแสดง สิ่งประดิษฐ์ ภาพเคลื่อนไหว แบบจำลอง ทรัพยากร สไลด์ ต่อเนื่อง รูปภาพ วิดีโอ บล็อก (blog) และ แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์
การอภิปราย (discussion)	การอภิปรายหัวข้อที่เรียน อีเมล การสัมมนา การอภิปรายกลุ่ม การจัดเวทีอภิปรายออนไลน์ การอภิปรายในชั้นเรียน และการให้ข้อเสนอแนะผ่านบล็อก	การอภิปรายแบบออนไลน์ในหัวข้อที่เรียน สัมมนา อีเมล อภิปรายกลุ่ม เวทีสนทนา วิกิ (wikis) พุดคุยผ่านห้องสนทนา (chat room) การใช้เครื่องมือประชุมผ่านเว็บ การเชื่อมต่อสื่อสารด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ
การเรียนรู้ร่วมกัน (collaboration)	โครงการกลุ่มขนาดเล็ก ผลผลิตอื่น ๆ ที่เกิดจากการเรียนรู้ร่วมกัน รวมถึงการสร้างผลผลิตที่เกิดจากแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน	โครงการกลุ่มขนาดเล็กหรือผลผลิตที่ได้จากการใช้เวทีสนทนาออนไลน์ วิกิ ห้องสนทนา และการเรียนรู้ร่วมกันบนโลกดิจิทัลต่าง ๆ

ที่มา: ดัดแปลงจาก Laurillard, 2012

การเรียนรู้ของผู้เรียนในบริบทปัจจุบันเป็นการถ่ายทอดความรู้หรือแนวความคิดจากผู้สอนไปยังผู้เรียนโดยจัดภาวะแวดล้อมของการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาในรายวิชาที่จะสอน การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื่องจากในแต่ละเนื้อหาจะมีบทปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องศึกษาด้วย การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาควรมีการใช้สื่อที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสมรรถนะที่ผู้เรียนควรมี ผู้สอนควรเตรียมความรู้ ทักษะ และทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีภาวะแวดล้อมในการเรียนรู้เชิงปฏิบัติได้มากขึ้น รวมถึง การจัดให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและสะท้อนความคิดที่ได้รับออกมา นอกจากนี้ การรับรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในการทำปฏิบัติการเป็นสิ่งที่ผู้สอนควรใส่

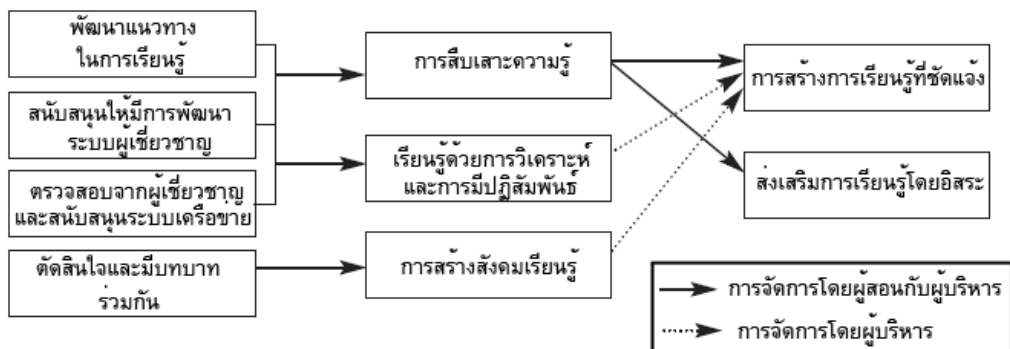
ใจและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงขณะที่ผู้เรียนทำปฏิบัติการอยู่ ผู้สอนควรเตรียมคำแนะนำในการทำปฏิบัติการ ใบกิจกรรม และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผู้สอนต้องทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิด เรียนรู้ และสร้างความรู้ใหม่ได้ (Hofstein and Lunetta, 2004) การเรียนรู้โดยการฝึกปฏิบัติ (practical learning) ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้น บทฝึกปฏิบัติอาจเป็นการทำปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการจริง ทำปฏิบัติการแห้ง (dry practical) หรือ ปฏิบัติเสมือน (virtual classroom) (Laloknam et al., 2010; Phomphisutthimas et al., 2007a, 2007b)

การจัดการสถานศึกษาเพื่อให้เกิดภาวะแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 (ภาพที่ 8) ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการดำรงชีวิตในภาวะปัจจุบัน



ภาพที่ 7 แนวคิดของการสร้างภาวะแวดล้อมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน (- - - แนวทางที่อาจเกิดขึ้น)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Laurillard, 2012



ภาพที่ 8 การจัดการภาวะแวดล้อมในสถานศึกษาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

7 ทักษะ (Wagner, 2008) ได้แก่

- (1) การคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา
- (2) การร่วมมือกันทำงานและความเป็นผู้นำ
- (3) ความคล่องตัวและการปรับตัว
- (4) ความคิดริเริ่มและการสร้างสรรค์สิ่งใหม่
- (5) การสื่อสารด้วยภาษาพูดและภาษาเขียนอย่างมีประสิทธิภาพ
- (6) การเข้าถึงและการวิเคราะห์ข้อมูล
- (7) ความอยากรู้อยากเห็นและจินตนาการ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับ AEC และนานาชาติทำให้ผู้เรียนมีสมรรถนะจากการเรียนรู้ที่หลากหลาย ดังนี้

- (1) สืบค้นความรู้ต่าง ๆ โดยใช้ภาวะแวดล้อมการเรียนรู้ที่ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด
- (2) รู้จักรับฟังความคิดของผู้อื่นและเปรียบเทียบกับแนวคิดของตัวเอง
- (3) สามารถสื่อสารแนวความคิดกับผู้ร่วมสนทนาที่หลากหลายอย่างมีประสิทธิภาพ
- (4) ปรับปรุงภาวะแวดล้อมในการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ได้ตลอดเวลา

สรุป

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เป็นแนวทางให้ผู้เรียนและผู้สอนได้เรียนรู้ร่วมกัน ในภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ผู้สอนต้องจัดการเรียนรู้โดยวิธีที่หลากหลาย และเน้นการใช้วิธีที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรใช้สื่อต่าง ๆ และการลงมือปฏิบัติให้มากกว่าวิธีบรรยาย การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เรื่องประวัติและปรัชญาวิทยาศาสตร์ การสืบค้นและการทดลอง และวิธีการใช้เหตุผลเพื่อให้เกิดความซาบซึ้งใจในการค้นพบและแนวคิดของวิทยาศาสตร์ และติดตามความคิดของนักวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างแนวทางการเรียนรู้ของตนเอง นอกจากนี้ยังต้องสื่อสารให้ผู้อื่นเรียนรู้เรื่องราวต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รู้มา การเรียนรู้เพื่อก้าวผ่านไปสู่อุคใหม่ ผู้สอนต้องย่อยและสกัดความรู้ให้ง่ายลง เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาสาระสำคัญอย่างแท้จริง รายละเอียดปลีกย่อยอาจสอนเสริมหรือให้ผู้เรียนไปเรียนรู้เพิ่มเติมเอง การประเมินผลการเรียนรู้ความเป็นจริงตามสภาพจริงขณะที่มีการเรียนการสอน จึงทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกและ

ก้าวข้ามไปสู่ยุคอนาคตได้อย่างมั่นใจ ไม่ว่าจะเป็นระดับ AEC และระดับโลก ตามกระแสและทิศทางที่มวลชนก้าวไปพร้อมกัน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551ก). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551ข). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. จาก http://media.wix.com/ugd/2cef27_c7c9894bd94e7b6e42e48f128de37069.pdf สืบค้นเมื่อวันที่ 21 เมษายน 2556.

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ กุลชา ลิโพโรจน์กุล สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ สุภาภรณ์ ศิริโสภณา สายสุณีย์ ลิ้มชูวงศ์ วัฒนีย์ โรจนสัมฤทธิ์ และธรรมศักดิ์ รินทะ. (2551, พฤศจิกายน). ผลกระทบของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานต่อพฤติกรรมการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. **การสัมมนาวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 3**. โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว เชียงใหม่.

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2551). **การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ**. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์ 8(2): 28-38.

Abram, S. (2013). **The Learning Pyramid**. Retrieved from <http://stephenslighthouse.com/2010/02/26/the-learning-pyramid/>, 21 April 2013.

Cerini, B., Murray, I., and Reiss, M. (2003). **Student Review of the Science Curriculum**. London: <http://www.planet-science.com/sciteach/review/Findings.pdf>

Fansher, H. (2011). **21st Century Learning Environments: Building a Better School**. Canada: Springbank

- Community High School.
- Hofstein, A., and Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. **Science Education** 88(1): 28-54.
- James, M., Black, P., Carmichael, P., Conner, C., Dudley, P., Fox, A., et al. (2006). **Learning How to Learn: Tools for Schools**. New York: Routledge.
- Jenkins, E., and Nelson, N. W. (2005). Important but not for me: Students' attitudes toward secondary science. **Research in Science and Technology Education** 23(1): 41-57.
- Laloknam, S., Sirisopana, S., and Phornphisutthimas, S. (2010). Learning Retention in Undergraduate Biology using A Hands-on Practical "Enzyme Detection from Vegetables and Fruits". **Journal of Chemistry and Chemical Engineering** 4(5): 29-35.
- Laurillard, D. (2012). **Teaching as a Design Science: Building Pedagogical for Learning and Technology**. New York: Routledge.
- Linn, M. C., and Eylon, B.-S. (2011). **Science Learning and Instruction: Taking Advantage of Technology to Promote Knowledge Integration**. New York: Routledge.
- Murray, I., and Reiss, M. (2005). Student Review of the Science Curriculum. **School Science Review** 87(318): 83-93.
- National Academies Press (NAP). (2000). **How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School**. Washington, DC: Author.
- National Academies Press (NAP). (2005). **How Students Learn: History, Mathematics, and Science in the Classroom**. Washington, DC: Author.
- Novak, D., and Gowin, D. B. (2002). **Learning How to Learn**. USA: Cambridge University.
- Ogunkola, B. J., and Samuel, D. (2011). Science teachers' and students' perceived difficult topics in the integrated science curriculum of lower secondary schools in Barbados. **World Journal of Education** 1(2): 17-29.
- Osborne, J., and Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus group study. **International Journal of Science Education** 23(5): 441-467.
- Phornphisutthimas, S., Panijpan, B., Wood, E. J., and Booth, A. G. (2007a). Improving Thai student's understanding of concepts in protein purification by using Thai and English versions of a simulation program. **Biochemistry and Molecular Biology Education** 35(5): 316-320.
- Phornphisutthimas, S., Thamchaipenet, A., and Panijpan, B. (2007b). Conjugation in *Escherichia coli*: A laboratory exercise. **Biochemistry and Molecular Biology Education** 35(6): 440-445.
- Toplis, R., ed. (2011). **How Science Works: Exploring Effect Pedagogy and Practice**. New York: Routledge.
- Wagner, T. (2008). **The Global Achievement Gap: When Even Our Best Schools Don't Teach the New Survival Skills Our Children Need – and What We Can Do about It**. New York: Basic Books.
- Wiggins, G. P., and McTighe, J. (2005). **Understanding by Design**. 2nd ed. Alexandria, VA: ASCD.
- Wiggins, G. P., and McTighe, J. (2011). **Understanding by Design Guide to Creating High-Quality Units**. Alexandria, VA: ASCD.
- Williams, J. D. (2008). Science Now and then: discovering how science works. **Science School Review** 90 (330): 45-46.