

การประเมินผลการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ ๒๑ ได้อย่างไร?

How do learning assessments assist learners to effectively learn
sciences in the 21st Century?

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาส^{1, 2*}

Somkiat Phornphisutthimas^{1, 2*}

บทคัดย่อ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เป็นการเรียนรู้ในบริบทของความรู้ในปริมาณมาก ผู้สอนต้องย่อยความรู้ให้เหลือแต่สาระสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และขยายผลไปยังบริบทสังคมและการเป็นพลโลกได้ การประเมินผลการเรียนรู้เป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้ร่วมกับทฤษฎีวิธีการ และกลยุทธ์การสอนต่าง ๆ ได้ การประเมินผลการเรียนรู้ทั้งแบบระหว่างการสอนและภายหลังจบการสอนสามารถช่วยกระตุ้นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบให้กับผู้เรียน อย่างไรก็ตาม ผู้สอนควรใช้คำถามกระตุ้นความคิด ทำให้ผู้เรียนมีความคิดที่จะนำประสบการณ์หรือความรู้พื้นฐานที่ผู้เรียนมีมาสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ต่อไป นอกจากนี้การประเมินผลการเรียนรู้อย่างช่วยผู้สอน และผู้เรียนร่วมเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปพร้อมกันกับภาวะโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วย

คำสำคัญ: การประเมินผลการเรียนรู้ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

Abstract

Learning science in the 21st Century is the learning in the context of a large amount of knowledge. Teachers have to digest knowledge to remain the key concepts that students can use in daily life and expand to social context and global citizenship. Learning assessment is an approach used in accordance with learning theories, methods and strategies. Both formative and summative assessments can assist students' systematic thinking process. However, teachers have to prepare sets of thinking questions that can help students to use their prior experience or basic knowledge to construct their new knowledge. Furthermore, learning assessment can assist teachers and students to learn science together in the context of changing world.

Keywords: Learning assessment, Learning science, Learning in 21st century

¹ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร

¹ Department of Biology, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110, Thailand.

² หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร

² Research Unit on Science Technology and Environment for Learning, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110, Thailand

* Corresponding author. E-mail: somkiatp@swu.ac.th, phsomkiat@hotmail.com

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ การให้ผู้เรียนได้รับความรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากผู้สอน (teaching) การรับความรู้จากผู้สอนด้วยวิธีการ เทคนิค หรือกลยุทธ์ในการสอนต่าง ๆ ทั้งที่ได้จากทางตรงและทางอ้อม (learning) และการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการต่างๆ (assessment) องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนจะเกิดขึ้นตลอดเวลา การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 นั้นเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งนอกและในห้องเรียน ทุกสถานที่และไม่จำกัดเวลา การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียนมีเวลาจำกัดจึงไม่สามารถบรรจุความรู้ทั้งหมดในแต่ละเรื่องให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้ทั้งหมด ผู้สอนและผู้เรียนจึงต้องก้าวข้ามสิ่งกีดกั้นการเรียนรู้ไปสู่อนาคตพร้อมๆ กันได้อย่างมั่นคง และยั่งยืน ผู้สอนต้องปรับภาวะแวดล้อมของการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นตลอดเวลา และต้องใช้เวลาถ่ายทอดความรู้ในแต่ละเรื่องให้เหลือแต่แก่นที่สำคัญและเพียงพอที่จะให้ผู้เรียนไปเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ (สมเกียรติ, 2556; Weinstein, 1996; James *et al.*, 2006) นอกจากนี้ยังต้องบูรณาการความรู้ศาสตร์ต่าง ๆ เข้ากับความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องเรียนแบบประทับใจและซาบซึ้งในคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ การได้มาของความรู้และสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เป็นพื้นฐาน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ไขปัญหา และสร้างนวัตกรรมด้วยตนเองได้ โดยนำภาพการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

ในอดีตมาปรับใช้จนเกิดทักษะต่าง ๆ จากนั้นจึงใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) ในการแก้ปัญหา และใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) เป็นเครื่องมือในการทำงานให้บรรลุจุดประสงค์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สมเกียรติ, 2551; Wagner, 2008) ความซาบซึ้ง การรับการกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น (curiosity) จนมีความคิดเรียนรู้แบบเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ดำเนินชีวิต ทำให้ผู้เรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ (scientific mind) นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงบริบททางสังคมเข้ามาช่วยในการสังเคราะห์ความตระหนักรู้ในการเกิด ความเป็นไป ประโยชน์ และโทษของการใช้วิทยาศาสตร์อย่างไม่ระมัดระวัง ดังนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์จึงควรบรรจุความเชื่อมโยงระหว่างความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (pure science) และประเด็นในสังคมของวิทยาศาสตร์ (social issues of science) จนทำให้เกิดการขยายวงกว้างจากระดับความรู้พื้นฐานในกลุ่มบุคคลทางวิทยาศาสตร์ ไปจนถึงประชาชนทั้งหมด (Ratcliffe, 2001; Saavedra and Opfer, 2012) ดังใน Figure 1

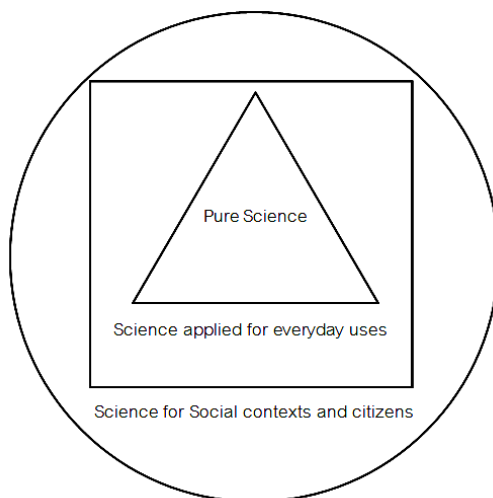


Figure 1 Interaction of pure science and social issues of science from the basics among scientific staff to general citizens.

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ต้องทำให้เกิดความยืดหยุ่นของเวลาในการเรียนรู้ มีความยืดหยุ่นในรูปแบบการจัดการเรียนรู้หรือ การสอน ต้องทำให้ผู้เรียนรู้จักเลือกเครื่องมือสำหรับการ เรียนรู้ เข้าถึงชุมชนการเรียนรู้ และมีการสร้าง นโยบายสำหรับการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ทุก สถานทีที่และเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต (Fansher, 2011) ครู วิทยาศาสตร์มีหน้าที่เปลี่ยนธรรมชาติของผู้เรียนให้ เข้าใจและรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ยอมรับ การเปลี่ยนแปลงของโลกและปรับตัวเพื่อใช้ชีวิตใน สังคมได้มากขึ้น การเรียนแบบท่องจำด้วยวิธีบรรยาย (lecture method) อาจมองว่าล้าสมัย ความเป็นจริง แล้วยังคงใช้ได้กับวิทยาศาสตร์บางเรื่อง แต่การสอน แบบบรรยายสำหรับวิทยาศาสตร์ทุกหัวข้อ ไม่อาจทำ ให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ และคิดแบบเป็นระบบได้ จึงต้องใช้ทฤษฎีหรือวิธีการ

สอนอื่น ๆ มาช่วย เช่น การสอนให้ผู้เรียนสร้างองค์ ความรู้ด้วยตนเองโดยใช้บริบทจากสังคมหรือ ประสบการณ์พื้นฐานของผู้เรียนเอง (social constructivism) การนำบริบทสังคมมาใช้ในการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (science, technology and society, STS) (Aikenhead, 2009; NRC, 2010; Solomon and Aikenhead, 1994) การจัด การเรียนรู้โดยใช้โครงงานทำให้เกิดความคิดเชิงระบบ (systematic thinking) (Hofstein and Lunetta, 2004) การใช้ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ช่วยในการสร้าง แนวคิดสำคัญ (สมเกียรติ, 2556; Laboknam *et al.*, 2010; Phomphisutthimas *et al.*, 2007 b.; Subramanian and Kandasamy, 2011) การใช้ปฏิบัติการเสมือนเพื่อ เตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนทำปฏิบัติการจริง (Phomphisutthimas *et al.*, 2007 a.; Tüysüz, 2010) นอกจากนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ปัจจุบันยัง

นำเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วย เช่น การเรียนบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ (mobile learning) การเรียนบนเว็บ (web-based learning) ผ่านเครื่องมือสื่อสารต่าง ๆ เช่น แท็บเล็ต (tablet) ไอโฟน (Iphone) ไอแพด (Ipad) (Chau, 2007; Herrington *et al.*, 2009; Looi *et al.*, 2010; Stewart *et al.*, 2010)

การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกเรื่องย่อมต้องการให้ผู้เรียนเข้าถึงสมรรถนะที่ผู้เรียนควรจะได้รับหลังจากได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องนั้นไปแล้ว การประเมินผลภายหลังการเรียนรู้

ครั้งเดียวไม่สามารถทราบว่าคุณเรียนบรรลุถึงสมรรถนะที่กำหนดไว้ได้ การประเมินผลการเรียนรู้ควรจะเป็นระยะ ๆ ในระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน อาจประเมินในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนด้วยวิธีการที่ต่างกันไปตามสภาพจริงที่ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน การวางแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Figure 2) จึงจำเป็นต้องทำอย่างรอบคอบ ไม่กำหนดเวลาที่ตายตัวเกินไป ผู้สอนควรกำหนดแนวทางในการดำเนินการเรียนการสอน (learning guideline) อย่างกว้าง ๆ โดยคำนึงถึงกลุ่มผู้เรียนและบริบทในการเรียนรู้ (learning context)

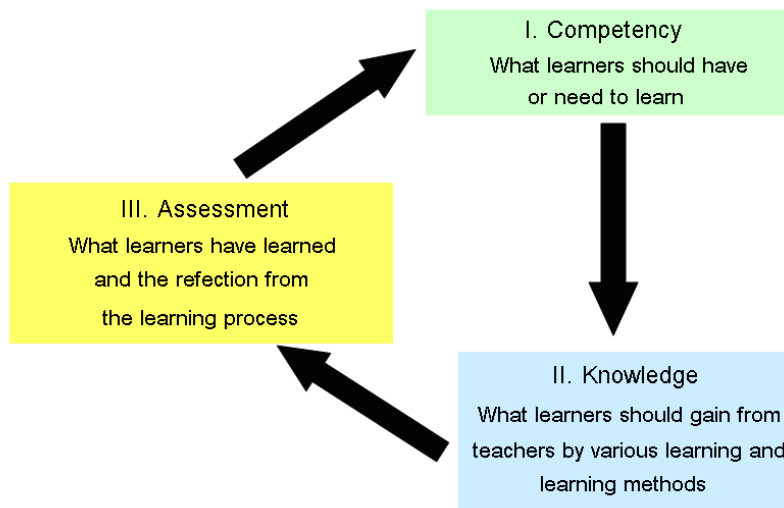


Figure 2 The planning cycle to assess students who learn sciences.

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ดีในศตวรรษที่ 21 นี้ต้องทำให้ผู้เรียนมั่นใจในการประเมินผลความรู้ของตนเองก่อนเรียน เมื่อเรียนแล้ว

เกิดองค์ความรู้ใหม่ ผู้เรียนต้องสามารถประเมินผลความรู้ของตัวเองหลังเรียนได้ การเรียนรู้ต้องอาศัยชุมชน และบริบทแวดล้อมเป็นเครื่องมือสนับสนุน

การเรียนรู้ (learning supports) ภายหลังจากการตรวจสอบความรู้ของตนเองแล้ว ผู้เรียนต้องสามารถสะท้อน (reflect) ความรู้ความเข้าใจต่าง ๆ เพื่อสร้างเป็นความรู้เริ่มต้น (prior knowledge) สำหรับนำไปใช้สร้างองค์ความรู้อื่น ๆ ต่อไป หากผู้เรียนสามารถทำได้เช่นนี้ จะสามารถเรียนรู้ต่อไปได้อย่างยั่งยืนในโลกอนาคต (สมเกียรติ, 2556 ; Shute and Becker, 2010)

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แต่ละเรื่อง ผู้สอนควรสร้างแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนตลอดระยะเวลาที่สอนหัวข้อนั้น โดยเริ่มจากตั้งเป้าหมายของการเรียนรู้และชุดคำถามที่ต้องการใช้ประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเริ่มสอน จากนั้นระหว่างสอน ผู้สอนต้องเก็บรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานเชิง

ประจักษ์ (empirical evidence) ที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนน่าจะเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่กำลังสอนอยู่เมื่อได้ข้อมูลหรือหลักฐานแล้ว ผู้สอนน่าจะกลับไปวิเคราะห์และตีความโดยอ้างอิงจากข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ จากนั้นน่าจะกลับไปสนทนากับผู้เรียนอีกครั้งเพื่อให้ทราบผลที่เกิดขึ้นจากการประเมินความรู้ครั้งนี้ ในฐานะผู้สอนได้สะท้อนความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนผ่านประเด็นปัญหาหรือข้อบกพร่องต่าง ๆ และสุดท้ายผู้สอนกับผู้เรียนร่วมกันสรุปประเด็นเพื่อให้ผู้สอนนำไปใช้กับเป้าหมายใหม่ที่จะเรียนรู้ต่อไป วงจรที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า วงจรการประเมินผลการเรียนรู้ (assessment cycle) (Figure 3) (NAP, 2011; Narum, 2013)

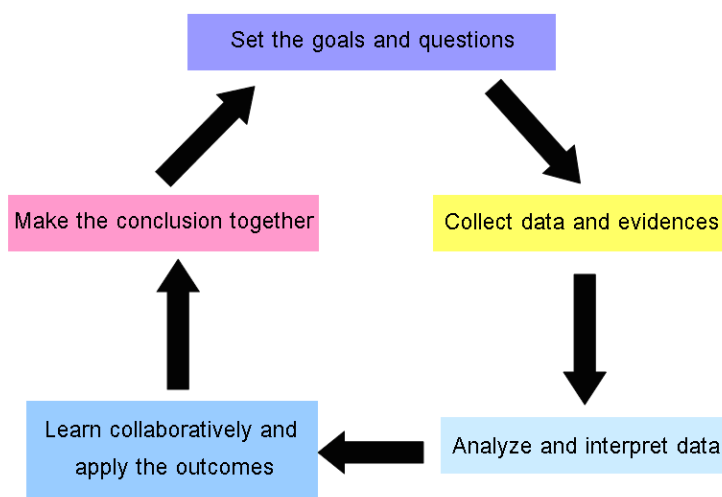


Figure 3 Assessment cycle of learning sciences.

การประเมินผลการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนรู้ วิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพ

การประเมินผลการเรียนรู้ไม่ว่าจะเป็น การประเมินระหว่างการเรียนรู้ (formative assessment) หรือการประเมินผลท้ายการเรียนรู้ (summative assessment) ช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น การประเมินผลการเรียนรู้ทุกครั้ง ผู้เรียนและผู้สอนต้องร่วมกันสะท้อนภาพความจริงของการเรียนรู้ และส่วนที่สำคัญที่สุดของการจัดการเรียนรู้ คือ การให้ผู้เรียนประเมินตนเอง (self-assessment) ผู้นิพนธ์จัดการเรียนรายวิชาบูรณาการวิถีวิทยา สำหรับครูชีววิทยา กำหนดให้ผู้เรียนการสอน วิทยาศาสตร์โดยมีบริบทห้องเรียนสมมติ และเพื่อนร่วมชั้นเรียนเป็นผู้เรียนที่เป็นองค์ประกอบของชั้นเรียนสมมตินี้ ทุกครั้งที่มีการสอน ผู้นิพนธ์กับผู้เรียนจะร่วมกันพิจารณาประเด็นในการให้คะแนน และได้ผลสรุปสิ่งที่ต้องประเมินดังนี้ (1) บุคลิกภาพความเป็นครู (2) การใช้ภาษาได้ถูกต้อง (3) ลำดับเนื้อหาสาระ (4) ความถูกต้องของเนื้อหา (5) ขั้นตอนในการสอน และ (6) การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า การเก็บข้อมูลนี้ช่วยสอนให้ผู้เรียนหลักสูตรการศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มีความสามารถในการประเมินผล

การเรียนรู้ได้ดีขึ้นด้วย การเรียนการสอนเป็นแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (child-oriented learning) เพื่อน ๆ ทุกคนในชั้นเรียนจะได้ประเมินเพื่อนที่สอนหน้าชั้นเรียน ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากการประเมินของเพื่อนร่วมชั้น (peer-assessment learning) หลังจากนั้นผู้สอนจะให้ข้อแนะนำและถามคำถามเนื้อหาในเชิงลึก เพื่อให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ทุกครั้งที่มีการเรียนการสอน ผู้เรียนจะได้ประเมินตนเอง เพื่อสะท้อนสภาพที่ตนต้องปรับปรุง ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางเรียนดีขึ้น และพร้อมที่จะเป็นนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในโรงเรียนและทำงานอาชีพครูในอนาคต ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 หลักสูตรการศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ในรายวิชาบูรณาการวิถีวิทยาสำหรับครูชีววิทยาระหว่างปีการศึกษา 2554–2556 (Table 1) พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการสะท้อนจากการประเมินผลการเรียนรู้ด้วย ผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนมีพัฒนาการทางการเรียนดีขึ้นในระดับปานกลาง ทั้งนี้เป็นผลมาจากเนื้อหามีความหลากหลายและผู้เรียนยังไม่คุ้นเคยกับบริบทหน้าชั้นเรียนจริง

Table 1 Progression of students' learning in the class of "Integrated Methodology for Biology Teacher" during three academic years (2011–2013).

Academic year	Teaching score I [*]	Teaching score II [*]	Gain <g> ^{**}
2011	63.35 ± 3.80	76.00 ± 4.85	0.345
2012	53.68 ± 8.25	68.20 ± 7.70	0.313
2013	61.95 ± 5.30	79.00 ± 6.05	0.448

^{*} $\bar{X} \pm SD$ (in total 100 points)

^{**} calculated from Hake aq (1998); <g> < 0.3 is low gain progression; $0.3 \leq <g> < 0.7$ is medium gain progression; and <g> ≥ 0.7 is high gain progression.

ผลการศึกษาของผู้นิพนธ์สอดคล้องกับงานวิจัยอื่นๆ ที่ใช้การประเมินผลการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการพัฒนา การเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 เช่น งานวิจัยของ Lee *et al.*, (2013) ที่ได้ศึกษาการใช้การประเมินการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างมัธยมศึกษาในประเทศไทยได้พบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจและแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากขึ้น Wilson and Scalise (2006) พัฒนาระบบประเมินผลที่ชื่อว่า BEAR Assessment System เพื่อช่วยการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีในโครงการ UC Berkeley Chem-Query project ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้รับความรู้ที่ถูกต้องมากขึ้นหลังจากการประเมินผลการเรียนรู้ นอกจากนี้จะช่วยให้ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนดีขึ้น การประเมินผลการเรียนรู้ทุกรูปแบบยังช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน เสริมแรงให้ผู้เรียนอยากจะเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาที่ได้รับการประเมินผลการเรียนรู้ และลดความยุ่งยากในการเรียนรู้ในบางเรื่องได้ด้วย (Helen, 2005)

การใช้การประเมินผลการเรียนรู้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ได้ดีขึ้น ผู้สอนต้องคำนึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ (1) การสร้างเกณฑ์ในการประเมิน (rubrics) ต้องมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะประเมินว่า ผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องที่เรียนมากน้อยเพียงใด (2) ควรใช้การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง เช่น การประเมินความสามารถของผู้เรียน (performance-based assessment) ใช้แฟ้มสะสมงาน (portfolio) (3) การประเมินตนเองของผู้เรียน (4) การประเมินโดยผู้เรียนด้วยกันเอง (peer assessment) และ (5) ระบบสะท้อนความ

คิดเห็นจากการประเมินผลการเรียนรู้จากผู้เรียน (students' reflection system) (ดัดแปลงจาก Price, Pierson and Light, 2011) นอกจากนี้การประเมินผลการเรียนรู้โดยผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันจะทำให้เกิดลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสมรรถนะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Hilton, 2008; NRC, 2008) ดังนี้ (1) ผู้เรียนปรับเปลี่ยนตนเองให้สามารถแก้ปัญหาในทุกภาวะ ทั้งในเรื่องรูปแบบการสื่อสาร บุคลิกภาพ และวัฒนธรรมได้เป็นอย่างดี (adaptability) แม้อยู่ในภาวะฉุกเฉินหรือคับขันก็ตาม (2) สามารถสื่อสารในบริบทที่มีความซับซ้อน (complex communications/social skills) ผู้เรียนใช้บริบทต่างๆ ในสังคม และตัดสินใจเลือกสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการนำเสนอจากรูปภาพ เสียง และการแสดงออกของบุคคลได้อย่างมีเป้าหมาย (3) เป็นการเรียนการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่มีบริบทแตกต่างกันไป ไม่ใช่บริบทซ้ำเดิม (non-routine problem solving) (4) ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยตนเองในบริบทที่แตกต่างกันตามสภาพชีวิตจริงของผู้เรียนเอง (self-management/self-development) และ (5) ผู้เรียนมีกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน และมีระบบที่มีประสิทธิภาพในการตัดสินใจสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองได้

สรุป

การจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพในศตวรรษที่ 21 ผู้สอนต้องเรียนรู้ร่วมกับผู้เรียนเพื่อก้าวไปสู่อนาคตได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน ผู้สอนต้องย่อยความรู้ให้เหลือแต่แก่นหรือสาระสำคัญสำหรับให้ผู้เรียนนำไปต่อยอดความรู้ในเรื่องอื่น ๆ รวมถึง

ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ การส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์วิธีหนึ่งที่ได้ผลดี คือ การนำการประเมินผลการเรียนรู้มากระตุ้นให้ผู้เรียน นำความรู้จากบริบทแวดล้อมมาต่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ ต่อยอดไปพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ระบบการประเมินผลการเรียนรู้ที่ดีจึงมีความสำคัญ ผู้สอนต้องวางแผนการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้คำถามกระตุ้นความคิด ใช้เกณฑ์การประเมินที่ดี และต้องให้ผู้เรียนประเมินตนเองเพื่อให้เกิดการสะท้อนความคิดเห็นระหว่างผู้เรียน ผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้นเรียน การประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกับทฤษฎีการสอนวิธีการสอน กลยุทธ์การสอนต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียน ประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์ มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างจิตวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน จนสามารถพัฒนาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ การประเมินผลการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ผู้สอนควรประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) โดยเฉพาะในระหว่างทางที่มีการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

ปัจจุบันการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยยังอิงบริบทเดิมและมีการประเมินเฉพาะการสอบกลางและปลายภาค และไม่สะท้อนบริบทที่กล่าวถึงพระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2542 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2545) ที่กำหนดให้การจัดการเรียนรู้ต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากบริบทแวดล้อม และตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ (Thai Qualification Frameworks, TQF) ที่สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

กำหนดให้ต้องมีการติดตาม ประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีคุณภาพสูงส่งในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง และมีคุณภาพทัดเทียมกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิในระดับนานาชาติ การประเมินผลการเรียนรู้ย่อยในระหว่างเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนปรับปรุงตนเองและมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. 2551. การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ. *ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์* 8: 28-38.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. 2556. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้* 4: 55-63.
- Aikenhead, G. S. 2009. Research into STS science education. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* 9: 1-21.
- Chau, K. 2007. Web-based interactive computer-aided learning package on open-channel flow: Innovations, challenges, and experiences. *J. Prof. Iss Ed Pr.* 133: 9-17.
- Fansher, H. 2011. 21st Century Learning Environments: Building a Better School: Springbank Community High School. Canada.
- Hake, R. R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *Am J Phys.* 66: 100-117.
- Helen, W. 2005. Teachers' summative practices and assessment for learning – tensions and synergies. *The Curriculum Journal* 16: 207-223.

- Herrington, J., A. Herrington., J. Mantei., I. Olney and B. Ferry. 2009. Using mobile technologies to develop new ways of teaching and learning. *In* Herrington, J., Herrington, A., Mantei, J., Olney, I., and Ferry, B. (eds.), *New Technologies, New Pedagogies: Mobile Learning in Higher Education*. Faculty of Education, University of Wollongong.
- Hilton, M. 2008. Workshop: Exploring the Intersection of Science Education and the Development of 21st Century Skills. The National Academies, Washington, DC.
- Hofstein, A., and V. N. Lunetta. 2004. The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first Century. *Sci. Edu.* 8: 28-54.
- James, M., P. Black., P. Carmichael, C. Conner, P. Dudley, and A. Fox. 2006. *Learning How to Learn: Tools for Schools*. Routledge, London.
- Laloknam, S., S. Sirisopana and S. Phornphisutthimas. 2010. Learning Retention in Undergraduate Biology using A Hands-on Practical "Enzyme Detection from Vegetables and Fruits". *J. Chem. Chem. Eng.* 4: 29-35.
- Lee, M.-H., T. J. Lin and C. C. Tsai. 2013. Proving or improving science learning? Understanding high school student's conceptions of science assessment in Taiwan. *Sci. Edu.* 97: 244-270.
- Looi, C., P. Seow, B. Zhang, H. So, W. Chen and L. Wong. 2010. Leveraging mobile technology for sustainable seamless learning: A research agenda. *Brit. J. Edu. Technol.* 41: 154-169.
- Narum, J. L. (ed.). 2013. *A Guide Planning for Assessing 21st Century Spaces for 21st Century Learners*. Learning Spaces Collaboratory. Washington, DC.
- National Academy Press (NAP). 2011. *Assessing in 21st Century Skills: Summary of a Workshop*. Author, Washington, DC.
- National Research Council (NRC). 2008. *Research on Future Skill Demands: A Workshop Summary*. Author, Washington, DC.
- National Research Council (NRC). 2010. *Exploring the Intersection of Science Education and 21st Century Skills: A Workshop Summary*. Author, Washington, DC.
- Phornphisutthimas, S., A. Thamchaipenet and B. Panijpan. 2007 a. Conjugation in *Escherichia coli*: A laboratory exercise. *Biochem Mol Biol Educ.* 35: 440-445.
- Phornphisutthimas, S., B. Panijpan, E. J. Wood and A. G. Booth. 2007 b. Improving Thai student's understanding of concepts in protein purification by using Thai and English versions of a simulation program. *Biochem Mol Biol Educ.* 35: 316-320.
- Price, J. K., E. Pierson and D. Light. 2011. Using classroom assessment to promote 21st century learning in emerging market countries. Presented at Global learn asia pacific 2011, Melbourne, Australia.
- Ratcliffe, M. 2001. Science, technology and society in school science education. *School Science Review* 82: 83-92.

- Saavedra, A. R. and V. D. Opfer. 2012. Teaching and learning 21st century skills: lessons from the learning sciences. Rand corporation, USA.
- Shute, V. J. and B. J. Becker. (eds). 2010. Innovative Assessment for the 21st Century. Springer, New York.
- Solomon, J. and G. Aikenhead. (eds.). 1994. STS Education: International Perspective Reform. Teacher college press, USA.
- Stewart, B., H. Hutchins, S. Ezell, D. Martino and A. Bobba. 2010. Mitigating challenges of using virtual reality in online courses: A case study. *Innov Educ Teach Int* 47: 103-113.
- Subramaniam, N. K. and M. Kandasamy. 2011. The virtual classroom: A catalyst for institutional transformation. *Australian J. Educ. Technology* 27: 1388-1412.
- Tüysüz, C. 2010. The effect of the virtual laboratory on students' achievement and attitude in chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences* 2: 37-53.
- Wagner, T. 2008. The Global Achievement Gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need – and what we can do about it. Basic books, New York.
- Weinstein, C. E. 1996. Learning how to learn: An essential skill for the 21st century. *Educational Record*. 77: 49-52.
- Wilson, M. and K. Scalise. 2006. Assessment to improve learning in higher education: The BEAR Assessment System. *Higher Education* 52: 635-663.