

การพัฒนาแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการเรียนการสอน
แบบโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนสุนารีวิทยา ประเทศไทย

Development of Assessment for Learning in Scientific Project Based
Learning for 10th Graders in Suranari Wittaya School, Thailand

ARTICLE INFO

Article history:

Received 9 June 2019

Revised 10 July 2019

Accepted 18 July 2019

Available Online 22 May 2020

ปาริฉัตร จุงกลาง^{1,*}

Parichat Jungklang^{1,*}

ABSTRACT

The purposes of research were to: 1) Develop, and 2) Study of the effectiveness of the development of assessment. The population of the research were 79 students in 10th Grade, semester 1, academic year 2018 in Suranari Wittaya school, Thailand. The research instruments were course syllabus, lesson plans, quality assessment of scientific project's outline, scientific project skills assessment of scientific project, quality assessment of scientific project's papers, assessment of scientific project's presentation and test on attitude in studying scientific projects.

The research revealed that after apply the assessment for learning in scientific project based learning, the overall students have learning outcomes and learning process about scientific project in high level and the attitude in studying scientific projects' scores increase significantly at level 0.05. Moreover, when use the outcomes in the part of knowledge of learning process about scientific project and attitude's scores in studying scientific projects were 96.20% of students get grade 4 and the rests get grade 3.5. Since the subject of science and technology has pass criteria at grade 3.5 who all students have passed.

KEYWORDS: DEVELOPMENT / ASSESSMENT FOR LEARNING / SCIENTIFIC PROJECT

¹ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประเทศไทย

M.Ed. (Educational Research and Evaluation), Faculty of Education, Kasetsart University, Thailand.

* Corresponding author; *E-mail address:* rakbie_cute@hotmail.com doi: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนา และ 2) ศึกษาประสิทธิผลของแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ โดยมีประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสุนทรารีวิทยา จำนวน 79 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ โครงการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินคุณภาพของเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ แบบประเมินคุณภาพของรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ แบบประเมินการนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้สูงในด้านความรู้ และกระบวนการเรียนรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ และมีคะแนนเจตคติหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เมื่อนำผลการเรียนรู้มาใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนร้อยละ 96.20 ได้ระดับผลการเรียน 4 และร้อยละ 3.80 ได้ระดับผลการเรียน 3.5 ดังนั้น นักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์และสรุปได้ว่าแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์

คำสำคัญ: การพัฒนา / การประเมินเพื่อการเรียนรู้ / โครงงานวิทยาศาสตร์

บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2551) ได้กำหนดหลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่บนหลักการพื้นฐานสองประการคือการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน และเพื่อตัดสินผลการเรียน และการวัดประเมินผลตามทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จะต้องเป็นการประเมินผลเชิงคุณภาพที่เน้นการปฏิบัติจริงของผู้เรียนต้องอยู่บนจุดมุ่งหมายพื้นฐานสองประการ คือ การวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนาผู้เรียน ถือเป็นกาวัดและประเมินผลย่อย (Formative Assessment) ซึ่งการวัดและประเมินผลดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินให้รู้จุดเด่น จุดที่ต้องปรับปรุง และใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียน โดยมีการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเสมอและการวัดและประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน เป็นการประเมินสรุปผลการเรียนรู้ (Summative Assessment) เป็นการประเมินผลเพื่อรับรองความรู้ความสามารถของผู้เรียนว่าผ่านรายวิชาหรือไม่ สำหรับการประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียนที่ได้นั้นจะต้องให้โอกาสผู้เรียนได้แสดงความรู้ความสามารถด้วยวิธีการที่หลากหลายและพิจารณาตัดสินอยู่บนพื้นฐานของเกณฑ์ผลการปฏิบัติ และการวัดและประเมินทักษะการเรียนรู้ที่สมควรใช้เพื่อการประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้อันการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ของ วิจารย์ พานิช (2555) และ ศศิธร บัวทอง (2560)

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ได้ใช้กระบวนการสังเกตสำรวจตรวจสอบและการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ และนำผลมาจัดระบบหลักการแนวคิด และทฤษฎี ดังนั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์มิได้มุ่งเฉพาะตัวความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น แต่ยังมีครอบคลุมไปถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย การสอนวิทยาศาสตร์จึงควรให้ผู้เรียนได้รับผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ คือ ตัวความรู้และควรปลูกฝังถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนไปด้วยในเวลาเดียวกัน (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540)

ชนินันท์ พุกฤษประมุข (2557) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดี ครูวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

ได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับ ความหลากหลายของผู้เรียนมากยิ่งขึ้นด้วยเช่นกัน แต่ปัญหาที่ยังพบอยู่คือครูยังขาดแนวทางที่ชัดเจนใน การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านั้น ดังนั้น แนวทางที่จะสามารถประเมินทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อีกวิธีการหนึ่งคือการสอดแทรกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้อยู่ ในบทเรียน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมทักษะดังกล่าวได้ ดังที่ จุฑามาศ สุขเฉลิม และ ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย (2559) ได้กล่าวไว้ว่า การทำโครงการวิทยาศาสตร์ สามารถจัดเป็น กิจกรรมการเรียนรู้หรือเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนเกิดความรู้ มีประสบการณ์ จากการปฏิบัติจริงโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ เกิดองค์ความรู้จากการเรียนรู้ และได้พัฒนากระบวนการคิด

โรงเรียนสุนรรีวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 31 ได้จัดให้มีการเรียน การสอนในรายวิชา ว 23183 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกคน รายวิชา ดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายคือเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอน นักเรียนจะต้องมีโครงการวิทยาศาสตร์นำเสนอ ในงานวิชาการของโรงเรียน แต่พบว่าการเรียนการสอนในช่วงที่ผ่านมายังไม่มีการกำหนดรูปแบบและลักษณะ ของเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้การวัดและประเมินผลไม่มีความ เป็นปรนัย

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้สร้างและพัฒนาแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ในการจัดการเรียน การสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและศึกษาประสิทธิผลของแนวทาง การประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้น เพื่อใช้แนะแนวทางในการวัดและประเมินผลในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุนรรีวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 31 เป็นลำดับต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการ วิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนแบบ โครงการวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิธีดำเนินการวิจัย

การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสุนรรีวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 31 จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 79 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ แนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการ วิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิผลของแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี



วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการเป็น 3 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 การออกแบบแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การวัดและประเมินผลในวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 การประเมินเพื่อการเรียนรู้ และการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการ

2. นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์และสรุปเป็นแนวคิดพื้นฐานในการสร้างแนวทางการประเมินตามกลวิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ของ Berry Rita (2008) โดยมี 9 กลวิธี ดังนี้ 1) กำหนดข้อตกลงระหว่างผู้สอนและผู้เรียน (Learning Contract) 2) อนุทินการเรียนรู้ (Learning Journal) 3) การใช้ผังมโนทัศน์ (Concept Map) 4) การสัมภาษณ์และการตั้งคำถาม (Interview Questioning) 5) การใช้แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) 6) การทำโครงการ (Project) 7) การนำเสนอผลงาน (Exhibition) 8) การสังเกต (Observe) และ 9) การประเมินตนเองและการประเมินโดยเพื่อน (Self and Peer Assessment)

3. ออกแบบแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ให้ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านกระบวนการเรียนรู้ และด้านเจตคติต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ชั้นที่ 2 การนำแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ไปใช้ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

ขั้นเตรียมการ

ก่อนที่จะดำเนินการตามลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการทั้ง 5 ชั้น มีขั้นเตรียมการก่อนการเรียนการสอนแบบโครงการ โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. มีการกำหนดข้อตกลงระหว่างผู้สอนและผู้เรียน (Learning Contract)

2. มีการเขียนอนุทินการเรียนรู้ (Learning Journal) โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารมาเขียนสะท้อนคิด

ขั้นจัดการเรียนการสอนแบบโครงการ

เป็นการใช้ลำดับขั้นตอนการสอนแบบโครงการ 5 ขั้นตอน โดยอาศัยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1988) หรือวงจร PAOR จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ สามารถสรุปได้ว่า

วงจรที่ 1 การนำเสนอเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์

การกำหนดประเด็นการศึกษา

ขั้นตอนนี้เป็นการคิดหาหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ สิ่งที่จะนำมากำหนดหัวข้อเรื่องโครงการจะได้มาจากปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้อยากเห็นในเรื่องต่าง ๆ ของผู้เรียนเอง

การเขียนเค้าโครงของโครงการ

ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างแผนที่ความคิด โดยผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมจากเอกสารตำรา รวมทั้งขอคำปรึกษาหรือขอข้อมูลต่าง ๆ จากผู้ทรงคุณวุฒิ เมื่อเกิดความชัดเจนแล้วนำข้อมูลมาเรียบเรียงเขียนเป็นเค้าโครงโครงการเสนอต่อครูที่ปรึกษาโครงการ

วงจรที่ 2 การปฏิบัติโครงการวิทยาศาสตร์

การปฏิบัติงานโครงการ

นักเรียนดำเนินงานตามเค้าโครงโครงการ ในขณะที่ดำเนินงานนั้นครูผู้สอนจะมีการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในขณะที่ปฏิบัติโครงการและครูผู้สอนจะให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้นักเรียนปรับปรุง แก้ไข และพัฒนางานให้ดีขึ้น

วงจรถัดไป 3 การเขียนรายงานและการนำเสนอ

การเขียนรายงานโครงการ

เป็นการสรุปรายงานผลการดำเนินโครงการ เพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบถึงแนวคิด วิธีการ ผลที่ได้รับ รวมทั้งข้อสรุป และข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงการ

การนำเสนอผลงาน

เป็นการนำเสนอผลการดำเนินโครงการทั้งหมดให้ผู้อื่นทราบ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่ม จะนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ และร่วมกันอภิปราย มีการประเมินการนำเสนอผลงานของตนเอง ประเมินจากเพื่อน และประเมินจากครูผู้สอน

เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว สิ่งที่คุณจะได้คือ โครงการวิทยาศาสตร์ที่เสร็จสมบูรณ์ประกอบด้วยรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์และแผนผังโครงการ เพื่อนำเสนอผลงานในงานวันวิชาการ โดยคิดคะแนนเป็น 20% จากคะแนนทั้งหมด ซึ่งใช้แทนการสอบปลายภาคเป็นลำดับต่อไป ตามที่หลักสูตรได้กำหนดไว้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากนั้นครูผู้สอนประเมินนักเรียนด้านเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขั้นที่ 3 การศึกษาประสิทธิผลของแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการ

เป็นการพิจารณาจากผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนและผู้สอน โดยผู้วิจัยนำข้อมูลและสารสนเทศของผู้เรียนมาทำการวิเคราะห์และสรุปผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยประเมินออกมา 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านกระบวนการเรียนรู้ และด้านเจตคติต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. โครงการจัดการเรียนรู้ (Course Syllabus)
2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. แบบประเมินคุณภาพของเค้าโครงโครงการ
4. แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์
5. แบบประเมินคุณภาพของรายงานโครงการ
6. แบบประเมินการนำเสนอโครงการ
7. แบบวัดเจตคติต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง เมื่อดำเนินการวิจัยเป็นครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

1. จัดทำและขออนุมัติใช้โครงการจัดการเรียนรู้ (Course Syllabus) รายวิชา ว 31283 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา ว 31283 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. แจกจ่ายละเอียดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา ว 31283 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้นักเรียนทราบถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอน ภาระงาน และการวัดและประเมินผล โดยแจ้งให้ทราบถึงการเป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลการวิจัย
4. นักเรียนทำแบบวัดเจตคติต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุนรรีวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 31 ก่อนที่จะจัดการเรียนการสอน



5. จัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์

6. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนจะได้รับการประเมินจากคณะกรรมการดำเนินงานประเมินโครงงาน โดยคะแนนที่ได้้นั้นคิดเป็น 20% จากคะแนนทั้งหมด ซึ่งใช้แทนการสอบปลายภาค

7. ครูผู้สอนประเมินนักเรียนด้านเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใช้แบบวัดเจตคติต่อการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย

1. การรายงานผลการปฏิบัติการ ในระหว่างการเรียนรู้ (Formative Assessment)

1.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1 การนำเสนอเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์

การวางแผนและการปฏิบัติ (Plan, Act) ได้แก่

1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงงานและการวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์

2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเขียนเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ ระยะเวลา

ในการจัดการเรียนการสอน 12 ชั่วโมง

การสังเกต (Observe) การสะท้อนผลการปฏิบัติและพัฒนา (Reflect and Development)

วงจรปฏิบัติการที่ 1 การนำเสนอเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ มุ่งประเมินความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของโครงงานวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นส่วนประกอบของเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ จากผลการปฏิบัติการวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า หลังจากจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ส่วนประกอบของโครงงานและมีการให้ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในภาคทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว จากนั้นให้นักเรียนวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์ตามหัวข้อที่กำหนดไว้ ผลการวิเคราะห์โครงงานของนักเรียนพบว่า ในการส่งงานครั้งแรกของนักเรียนนั้น ผลการวิเคราะห์ไม่ถูกต้องและสมบูรณ์ ยังมีนักเรียนที่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน จึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ระดมความคิดกับเพื่อนต่างกลุ่มและร่วมกันวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อปรับแก้บางแต่ยังคงมีบางหัวข้อที่นักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ได้แก่ อภิปรายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ครูผู้สอนจึงได้ให้ความรู้ในเรื่องดังกล่าวเพิ่มเติม และให้นักเรียนปรับแก้งานเพิ่มเติม ส่งผลให้การส่งงานในครั้งต่อ ๆ มา มีความผิดพลาดน้อยลง

จากนั้นนักเรียนได้นำเสนอหัวข้อการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สนใจ พบว่า นักเรียนบางกลุ่มนำเสนอหัวข้อการทำโครงงานได้อย่างรวดเร็ว บางกลุ่มนำเสนอหัวข้อที่มีแนวโน้มความเป็นไปได้น้อยในระยะเวลาเวลาที่กำหนด บางกลุ่มคัดลอกจากอินเทอร์เน็ต ครูผู้สอนจึงกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมว่า หัวข้อที่สนใจต้องเป็นโครงงานที่มีความเป็นไปได้ สามารถทำได้จริงในระยะเวลาที่กำหนดและงบประมาณไม่ควรสูงเกินไป และมีการพูดคุยและยกตัวอย่างปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นใกล้ตัวแล้วโยนไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนเห็นแนวทางในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังได้ดึงเตือนนักเรียนที่คัดลอกโครงงานวิทยาศาสตร์มาส่ง และชี้ให้เห็นแนวทางการปรับและพัฒนาต่อได้ โดยที่โครงงานนั้นจะต้องมีข้อแตกต่างจากโครงงานต้นฉบับ และต้องชี้ให้เห็นจุดดีของโครงงานที่จะทำ

ท้ายที่สุดแล้วนักเรียนทุกกลุ่มก็ได้หัวข้อสำหรับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และสามารถเขียนเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ได้โดยครูผู้สอนทำหน้าที่ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนทุกครั้งที่มีการส่งงานเพื่อให้นักเรียนปรับแก้งาน ตั้งแต่ขั้นตอนของการเลือกหัวข้อที่จะทำโครงงานและการเขียนเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนมีผลการเรียนรู้ เป็นดังนี้

1. นักเรียนร้อยละ 75.95 มีผลการเรียนรู้ในด้านความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของโครงการวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม อยู่ในระดับสูงมาก

2. นักเรียนร้อยละ 87.34 มีผลการเรียนรู้ในด้านความรู้และกระบวนการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นส่วนประกอบของเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับสูงมาก

1.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2 การปฏิบัติโครงการวิทยาศาสตร์

การวางแผนและการปฏิบัติ (Plan, Act)

แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การปฏิบัติงานโครงการวิทยาศาสตร์

ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน 18 ชั่วโมง

การสังเกต (Observe) การสะท้อนผลการปฏิบัติและพัฒนา (Reflect and Development)

หลังจากจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนปฏิบัติโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการ โดยใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ปฏิบัติโครงการ สามารถประเมินได้จริงสำหรับโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนนำมาทำที่โรงเรียน และมีการใช้อุปกรณ์การทดลองและสารเคมี (โครงการวิทยาศาสตร์ ประเภททดลอง) ซึ่งจะเป็นปัญหาสำหรับโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทสิ่งประดิษฐ์ จึงมีการปรับแก้เกณฑ์การประเมินโดยให้นักเรียนถ่ายวิดีโอขณะที่ลงมือปฏิบัติ หรือนักเรียนจะต้องตอบให้ได้ว่าเครื่องมือชิ้นไหนใช้ทำอะไร และใช้งานอย่างไร เพื่อให้นักเรียนแสดงถึงความรู้ในการศึกษาข้อมูล และการทำเรื่องนั้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การปฏิบัติโครงการวิทยาศาสตร์ มุ่งประเมินความรู้และกระบวนการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในขณะที่ปฏิบัติโครงการ จากผลการปฏิบัติการวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนร้อยละ 53.16 มีผลการเรียนรู้ในด้านความรู้และกระบวนการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในขณะที่ปฏิบัติโครงการในภาพรวมอยู่ในระดับสูงมาก

1.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3 การเขียนรายงานและการนำเสนอ

การวางแผนและการปฏิบัติ (Plan, Act)

แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรนี้ ได้แก่

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์

ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน 10 ชั่วโมง

การสังเกต (Observe) การสะท้อนผลการปฏิบัติและพัฒนา (Reflect and Development)

วงจรปฏิบัติการที่ 3 การเขียนรายงานและการนำเสนอ มุ่งประเมินความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของรายงานโครงการวิทยาศาสตร์รวมถึงความรู้และกระบวนการเรียนรู้เกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติ และความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ จากผลการปฏิบัติการวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า

หลังจากที่นักเรียนจัดทำรายงานโครงการวิทยาศาสตร์เรียบร้อยแล้ว พบว่า กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตามรูปแบบ มีนักเรียนเพียงบางกลุ่มเท่านั้นที่งานยังไม่สมบูรณ์ แต่เมื่อมีการให้ข้อมูลย้อนกลับและให้นักเรียนปรับแก้งาน พบว่า นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของรายงานโครงการวิทยาศาสตร์และสามารถเขียนได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ เป็นผลเนื่องมาจากครูผู้สอนมีการตรวจเช็คและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนทุกครั้ง ตั้งแต่การเริ่มวิเคราะห์โครงการ การนำเสนอ

หัวข้อ การนำเสนอเค้าโครงโครงการวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งการลงมือปฏิบัติโครงการงาน ดังนั้น เมื่อมีการปรับแก้งานทุกครั้งตามข้อมูลป้อนกลับที่ครูผู้สอนให้ เมื่อนำมาจัดทำรูปเล่มรายงานโครงการงานจึงเป็นรูปเล่มรายงานที่สมบูรณ์

ขั้นตอนสุดท้ายของการสอนแบบโครงการ คือ การนำเสนอผลการเรียนรู้เกี่ยวกับโครงการงานที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ลงมือปฏิบัติ ซึ่งการนำเสนอโครงการงานในครั้งนี้เป็นการประเมินภายในชั้นเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินตนเอง เพื่อนประเมินและครูผู้สอนประเมิน จากการสังเกตในภาพรวมพบว่า นักเรียนเกือบทุกกลุ่มสามารถนำเสนอโครงการงานได้เป็นอย่างดี และตอบคำถามได้เกี่ยวกับการทำโครงการงานได้เกือบทั้งหมด ซึ่งเป็นผลมาจากการลงมือปฏิบัติโครงการงานวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองในทุกขั้นตอน เมื่อนักเรียนนำเสนอเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนบางกลุ่มที่งานยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากนักเรียนจะต้องนำเสนอโครงการงานวิทยาศาสตร์อีกครั้งในงานวิชาการของโรงเรียน โดยนักเรียนมีผลการเรียนรู้ เป็นดังนี้

1. นักเรียนร้อยละ 63.29 มีผลการเรียนรู้ในด้านความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ในภาพรวม อยู่ในระดับสูงมาก
2. นักเรียนร้อยละ 87.34 มีผลการเรียนรู้ในด้านความรู้และกระบวนการเรียนรู้เกี่ยวกับโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติในภาพรวม อยู่ในระดับสูงมาก

2. การรายงานผลการปฏิบัติการ เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ (Summative Assessment) เกี่ยวกับด้านเจตคติต่อการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เจตคติต่อการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ในภาพรวม

ชั้น	จำนวนนักเรียน	ก่อนเรียน/หลังเรียน	ระดับผลการเรียนรู้ของนักเรียน (ร้อยละ)					Mode	\bar{x}	S.D.	
			ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก				
ม.4/11	40	ก่อน	12 (30.00)	3 (7.50)	9 (22.50)	6 (15.00)	10 (25.00)	ต่ำมาก	80.93	14.31	10.47
		หลัง	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	40 (100.00)	สูงมาก	105.88	3.36	
ม.4/15	39	ก่อน	3 (7.69)	5 (12.83)	6 (15.38)	7 (17.95)	18 (46.15)	สูงมาก	88.31	11.72	9.99
		หลัง	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	39 (100.00)	สูงมาก	106.46	2.93	

จากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีคะแนนเจตคติต่อการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาตัดสินผลการประเมินเจตคติต่อการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุนทรารีวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 31 ในภาพรวม โดยใช้เกณฑ์ผ่านร้อยละ 75.00 ของคะแนนรวมทั้งหมด พบว่า นักเรียนทุกคน หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ได้คะแนนรวมทั้งฉบับมากกว่า 90 คะแนนขึ้นไป แสดงว่านักเรียนทุกคนมีเจตคติต่อการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์หลังเรียน อยู่ในระดับสูงมาก

สรุปและอภิปรายผล

1. แนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในด้านความรู้ และกระบวนการเรียนรู้เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ ในภาพรวม อยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งมีแนวคิดในการออกแบบแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกลวิธีการประเมินเพื่อการเรียนรู้ของ Berry Rita (2008) ส่งผลให้นักเรียนมีผลการประเมินในด้านความรู้ ด้านกระบวนการเรียนรู้ และด้านเจตคติต่อการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ในภาพรวมอยู่ในระดับสูงมาก และเมื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 100.00

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน คือ นักเรียนต้องนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงเลือกใช้การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน (Project Based Learning) จากการดำเนินการดังกล่าวทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในภาพรวม อยู่ในระดับสูงมาก ทั้งนี้จากการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถแสวงหาความรู้หรือการค้นคว้าหาคำตอบในสิ่งที่อยากรู้ หรือสงสัยด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยเลือกศึกษาตามความสนใจของตนเอง จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ได้ในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และ (คุชฎี โยเฮลา และคณะ, 2557) ได้กล่าวไว้

ส่วนการดำเนินงานดังกล่าวเป็นการนำลำดับขั้นของการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน 5 ขั้นตอนมารวมกับ 3 วงจรปฏิบัติการ จากการดำเนินการ พบว่าเมื่อนักเรียนส่งงานตามที่ได้รับมอบหมาย ครูผู้สอนจะทำหน้าที่ในการตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้นักเรียนได้ปรับปรุงแก้ไขงานของตนเอง ทั้งนี้หัวใจสำคัญของการประเมินเพื่อปรับปรุงพัฒนาผู้เรียนคือการให้ผลย้อนกลับกับผู้เรียน (Feedback) ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของ พรทิพย์ ไชยใส (2555) นอกจากนี้ยังพบว่าการปฏิบัติงานเป็นวงจรยังทำให้เห็นว่ นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น และยังเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนได้ปรับปรุงและพัฒนาแนวทางการสอน ดังนั้นการนำวงจร PAOR ตามแนวคิดของ Kemmis & Mc Taggart (1988) มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานจึงช่วยพัฒนาความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

ซึ่งแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้มีการใช้เครื่องมือในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ อย่างหลากหลาย ตามแนวคิดของการวัดและประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทั้งนี้จากการดำเนินงานได้แบ่งเครื่องมือเป็น 2 กลุ่ม กล่าวคือ

กลุ่มที่ 1 ใช้ในการวัดและประเมินนักเรียนระหว่างการเรียนรู้

กลุ่มที่ 2 ใช้ในการวัดและประเมินนักเรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้

จากนั้นนำคะแนนทั้งสองส่วนมาตัดสินผลการเรียน ซึ่งแนวทางประเมินดังกล่าวสอดคล้องกับแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ของ ศศิธร บัวทอง (2560) และวิจารณ์ พานิช (2555)

2. ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนร้อยละ 96.20 ได้ระดับผลการเรียน 4 และนักเรียน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 3.80 ได้ระดับผลการเรียน 3.5 ซึ่งรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดเกณฑ์ผ่านไว้ที่ร้อยละ 75 หรือมีระดับผลการเรียนตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป (ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ดังนั้นนักเรียนทั้งหมด 79 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 จึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ จึงสามารถสรุปได้ว่าแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุรนารีวิทยา ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษณะ อ่อนเอื้อน (2558) ซึ่งได้สรุปข้อค้นพบจากการทำงานวิจัยว่า นักเรียนที่ได้รับประเมินด้วยแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละด้านผ่านเกณฑ์การประเมินและยังมึงานวิจัย



ของ ฮอดจ์สัน และคณะ (2009) ที่สนับสนุนผลการประเมินข้างต้น กล่าวคือ ได้สอบถามความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ และพบว่าครูมีความคิดเห็นว่าการประเมินเพื่อการเรียนรู้สามารถพัฒนาการสอนและการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. แนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ (Scientific Project Based Learning) ถือเป็นแนวทางการประเมินที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลงานของตนเองและเพื่อน ทั้งนี้ครูที่สนใจจะนำแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ไปใช้ควรมีการศึกษารายละเอียดของเครื่องมือให้เข้าใจก่อนนำไปใช้

2. ขั้นตอนการนำเสนอหัวข้อโครงการเป็นขั้นตอนที่นักเรียนเรียนรู้ได้ยาก เนื่องจากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 2 ห้อง เป็นนักเรียนในแผนการเรียนศิลป์ภาษา ครูผู้สอนต้องมีการพูดคุยทำความเข้าใจกับนักเรียนให้มาก โดยชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางในการกำหนดหัวข้อที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์

3. การนำแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ (Scientific Project Based Learning) ไปใช้นั้น ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญมาก กล่าวคือ ครูผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้อง และจะต้องให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนทุกครั้งที่มีการส่งงาน เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขงาน

4. แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในขณะปฏิบัติโครงการบางกิจกรรมครูไม่สามารถประเมินได้ เนื่องจากไม่ได้ทำโครงการในชั้นเรียน จึงมีการปรับแก้แนวทางในการให้คะแนนหรือเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาและติดตามผลจากการนำแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ (Scientific Project Based Learning) ไปใช้ เพื่อปรับปรุงแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ให้มีความสะดวก และง่ายต่อการนำไปใช้

2. ควรมีการปรับเกณฑ์การประเมินให้ครอบคลุมกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ทั้งในห้องเรียน และนอกห้องเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 : แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กฤษณะ อ่อนเอื้อน. (2557). *แนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- จุฑามาศ สุขเฉลิม และศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย. (2559). การพัฒนาความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์เชิงเศรษฐกิจสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal Silpakorn University*, 9(2), 494-501.

- ชนินันท์ พุกฤษ์ประมูล. (2557). การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. *สุทธิปริทัศน์*, 28(86), 352–364.
- ดุขฎิ โยเหลา และคณะ. (2557). การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้ เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของ โรงเรียนไทย. กรุงเทพมหานคร: หจก. ทิพย์วิสุทธิ.
- พรทิพย์ ไชยโส. (2555). เอกสารประกอบคำสอน 153521 หลักการวัดและการประเมินผลการศึกษาขั้นสูง. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- ศศิธร บัวทอง. (2560). การวัดและประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 Measurement and assessment of learning skills in the 21st century. *Veridian E- Journal, Silpakorn University*, 10(2), 1856–1866.
- Berry, R. (2008). *Assessment for learning*. Hong Kong: Hong Kong University Press.
- hondgson, J. A., Christ, D. T., Brendan, A. W., and Atte, M. (2009). Climate change, connectivity and conservation decision making: back to basics. *Journal of Applied Ecology*, 46(5), 964–969. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01695.x>
- Kemmis, S., and McTaggart, R. (1988). *The action research planer* [3rd ed.]. Victoria: Deakin University.