

โครงการวิทยาศาสตร์และการประเมินอย่างเป็นรูปธรรม Science Projects and Concrete Assessments

จีรนนท์ ปุมพิมาย¹

Jeeranan Pumpimai

(Received: January 9, 2019; Revised: April 18, 2019; Accepted: April 22, 2019)

บทคัดย่อ

โครงการวิทยาศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกเรื่องที่ต้องการศึกษาด้วยตนเอง กำหนดประเด็นปัญหาขึ้นตามความสนใจ แก้ปัญหาด้วยตัวนักเรียนเองอย่างเป็นระบบ นำเสนอผลการศึกษาตามวิธีการของตนอย่างเป็นขั้นตอน ภายใต้การแนะนำปรึกษาและการดูแลของครู โครงการวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่ โครงการประเภทสำรวจ โครงการประเภททดลอง โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ และโครงการประเภททฤษฎี ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การคิดและเลือกหัวข้อโครงการจากปัญหาหรือเรื่องที่น่าสนใจ ขั้นที่ 2 การวางแผนการทำโครงการ เป็นการออกแบบและเขียนโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 3 การลงมือทำโครงการตามที่วางแผนไว้ ขั้นที่ 4 การเขียนรายงานโครงการเพื่อนำเสนอรายละเอียดของโครงการทั้งหมดตามแบบฟอร์มที่กำหนด ขั้นที่ 5 การนำเสนอโครงการโดยการจัดป้ายนิเทศและการนำเสนอด้วยวาจา ขั้นที่ 6 การประเมินและการพัฒนาโครงการ การประเมินโครงการต้องประเมินความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) การแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ การแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ และคุณค่าของโครงการ รวมถึงการเขียนรายงาน การจัดแสดงโครงการ และการนำเสนอผลงาน

คำสำคัญ โครงการวิทยาศาสตร์ การประเมิน

Abstract

A science project organizes learner-centered learning activities. In doing so, the learner chooses his own topic to study, determines the problem according to his own interest, and solves the problem by himself systematically. The results of the study are presented in a step-by-step manner under the guidance, supervision and care of the teacher. Science projects

¹ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอนุบาลชัยภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยภูมิ เขต 1

¹ Senior professional teacher, Anuban Chaiyaphum School, Chaiyaphum Primary Education Service Area Office 1

Corresponding Author E-mail: joypum-2513@hotmail.com

between measurement and evaluation and teaching, and the role of measurement and evaluation that affects teaching in higher education level; 2) Measurement and evaluation of musical instrument practice in higher education is “learning development” of musical instrument performance of learners, not just merely for “learning examination” of performance; and 3) Authentic assessment of musical instrument practice is the use of the theory of authentic assessment according to the actual condition with measurement and evaluation of musical instrument performance and presenting models and guidelines for measuring and evaluating musical instrument performance.

Keywords: authentic assessment, instrument practice

บทนำ

การวัดและประเมินผลมีความสำคัญในการเรียนการสอน และมีความสัมพันธ์กับจุดประสงค์การสอน ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในองค์ประกอบ รวมทั้งกระบวนการทางการวัดและประเมินผลเป็นอย่างดี เพื่อให้ผู้สอนดำเนินการวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการดำเนินการวัดผลและประเมินผลในรูปแบบของการวัด (Measurement) ที่ได้ข้อมูลออกมาในรูปแบบของตัวเลข จากนั้นนำข้อมูลนั้นมาทำการประเมินผล (Evaluation) โดยการตัดสินคุณค่าว่าผลการเรียนรู้นั้นมีคุณภาพ มาก หรือน้อยเพียงใด และเป็นการประเมินผล (Assessment) ที่เป็นข้อมูลตอบกลับทางการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนไปพัฒนาตนเองต่อไปในอนาคต

การวัดประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment) เป็นการวัดและประเมินผลแนวใหม่ที่ได้มุ่งเน้นการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนที่พิจารณาพัฒนาการ ความประพฤติ และการสังเกตพฤติกรรม การเรียน การร่วมกิจกรรม และการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอน ทั้งด้านความรู้และด้านทักษะเข้าด้วยกัน ให้ผู้เรียนแสดงความรู้ ความสามารถ และทักษะในด้านต่างๆ ที่จะประเมินในสภาพที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการวางแผน และทักษะในการแก้ไขปัญหา โดยมีวิธีการวัด และใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ โดยที่ผู้เรียนรับรู้ข้อมูลที่เป็นจุดเด่น และสิ่งที่ควรพัฒนาเพิ่มเติม ซึ่งการวัดประเมินผลตามสภาพจริงนี้เป็นการปรับปรุงการวัดประเมินผลแบบดั้งเดิมที่มีเพียงการวัดด้วยการทดสอบเพียงอย่างเดียว (โชติกา ภาชีผล และคณะ, 2554)

การวัดและประเมินผลตามสภาพจริงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถใช้กับการสอนดนตรีได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากเป็นการมุ่งเน้นการประเมินตามพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละคนเป็นสำคัญ จึงเหมาะสมอย่างยิ่งกับการวัดและประเมินผลในรายวิชาทักษะการปฏิบัติเครื่องดนตรี ที่จัดการเรียนการสอนเป็นการเรียนเดี่ยว การฝึกปฏิบัติเดี่ยวจึงต้องมีการประเมินผลเป็นรายบุคคล ดูพฤติกรรมทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำการวัดและประเมินผลตลอดกระบวนการทางการเรียนการสอน เพื่อเป็นการตรวจสอบผู้เรียนเป็นระยะ อีกทั้งผู้เรียนแต่ละคนมีพัฒนาการด้านทักษะทางดนตรีไม่เท่ากัน จึงไม่ควรนำผู้เรียนมาเปรียบเทียบเพราะความถนัดของแต่ละ

ศึกษาอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนต่อเนื่อง มีการวางแผนในการศึกษาอย่างละเอียดแล้วลงมือปฏิบัติตามแผนงานที่วางไว้ จนได้ข้อสรุปหรือผลการศึกษาหรือคำตอบเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ

ซาตรี เกิดธรรม (2557) กล่าวถึงความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ปฏิบัติจริงในลักษณะของการศึกษา สํารวจ ค้นคว้า ทดลอง ประดิษฐ์คิดค้นด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยกระตุ้น แนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

โดยสรุป โครงการวิทยาศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกเรื่องที่ต้องการศึกษาด้วยตนเอง กำหนดประเด็นปัญหาขึ้นตามความสนใจ แก้ปัญหาด้วยตัวตนเองอย่างเป็นระบบ นำเสนอผลการศึกษาตามวิธีการของตนอย่างเป็นขั้นตอน ภายใต้การแนะนำปรึกษาและการดูแลของครู

ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์

เนตรณพิชญ์ จำปาทองเทศ (2554) เพชรา วงศ์ประไพโรจน์ (2545) วิมลศรี สุวรรณรัตน์ และมาฆะพิทยศีรี (2555) ได้แบ่งประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. โครงการประเภทสำรวจ เป็นโครงการที่ศึกษา ติดตามรวบรวมข้อมูล เพื่อนำข้อมูลมาเสนอการศึกษารวบรวมข้อมูล อาจเป็นการสำรวจภาคสนามหรือนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ เช่น การศึกษาการเจริญเติบโตของแมลงปอ

2. โครงการประเภททดลอง เป็นโครงการที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่ง โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ เพื่อหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ อาจเป็นปัญหาที่เคยเรียนในชั้นเรียนแล้วนำไปพิสูจน์ให้เห็นจริงด้วยตนเองแต่เป็นการทดลองที่คิดต่างไปจากที่เคยทำในชั้นเรียน เช่น การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นเฟื่องฟ้าเมื่อรดน้ำแบบต่าง ๆ

3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ เป็นโครงการประดิษฐ์ เครื่องมือเครื่องใช้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ สิ่งประดิษฐ์นี้อาจคิดขึ้นมาใหม่หรือปรับปรุงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิมหรืออาจเป็นการเสนอความคิดหรือสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง เช่น การพัฒนาพลังงานความร้อนจากแก๊สชีวภาพมาใช้แทนพลังงานไฟฟ้า

4. โครงการประเภทสร้างทฤษฎีหรืออธิบาย เป็นโครงการที่นำเสนอแนวคิดหรือทฤษฎีใหม่ ๆ อาจอยู่ในรูปสมการ สูตรหรือคำอธิบายในรูปแบบใหม่ที่ไม่มีใครคิดมาก่อน การทำโครงการประเภทนี้ผู้ทำจะต้องเป็นผู้มีความรู้ในเรื่องนั้นเป็นอย่างดี

ขั้นตอนการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2554) ได้เสนอขั้นตอนของการทำโครงการไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. คิดและเลือกปัญหาที่จะศึกษา นักเรียนจะต้องเป็นผู้กำหนดปัญหาแนวคิด วิธีการที่จะแก้ปัญหาตามความสนใจอยากรู้ของตนเอง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในเรื่องเวลา ความรู้ความสามารถ และแหล่งข้อมูลที่มีอยู่

2. วางแผนในการทำโครงการงาน นักเรียนจะต้องวางแผนการทำงานในทุกขั้นตอนอย่างละเอียด เพื่อป้องกันความผิดพลาดและสับสน ขั้นตอนดังกล่าวประกอบด้วย

- 2.1 การกำหนดปัญหาและขอบเขตการศึกษา
- 2.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ แนวคิด วิธีการที่จะนำมาแก้ปัญหา สมมติฐานและนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 2.3 การวางแผนรวบรวมข้อมูลและการค้นคว้าเพิ่มเติม
- 2.4 กำหนดวิธีดำเนินงาน ได้แก่ แนวทางการศึกษาค้นคว้า วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ การออกแบบการทดลอง การควบคุมตัวแปร การสำรวจและรวบรวมข้อมูล การประดิษฐ์คิดค้น การวิเคราะห์ข้อมูล การกำหนดระยะเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอน

3. การลงมือทำโครงการงาน นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ในข้อ 2 และถ้ามีปัญหาให้ขอคำแนะนำปรึกษาจากครู อาจารย์ที่ปรึกษา

4. การเขียนรายงาน นักเรียนจะต้องเสนอผลงานการศึกษาค้นคว้า เป็นเอกสารอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจและทราบถึงปัญหาวิธีการ และผลสรุปที่ได้จากการศึกษาพร้อมอภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการที่จะศึกษาค้นคว้าต่อไป

5. การแสดงผลงาน การแสดงผลงานเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งของการทำโครงการงานหลังจากที่ได้มีการศึกษาและหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่อยากรู้ และได้ผลแล้วต้องการนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาทดลองนั้น มาเล่าให้ผู้อื่นได้รับรู้รับทราบ ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดรูปแบบของการนำเสนอเองโดยการเขียนรูปแบบรายงานเป็นเอกสาร หรือรายงานปากเปล่า หรือจัดนิทรรศการผลงาน

วิมลศรี สุวรรณรัตน์ และมาฆะ ทิพย์ศิริ (2555) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนโครงการงาน ดังนี้

1. การเลือกเรื่องที่จะให้นักเรียนทำโครงการงาน ครูควรจะสอนให้นักเรียนได้รับกระบวนการหาความรู้หรือที่เรียกว่า ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง การเลือกหัวข้อโครงการงานให้นักเรียนศึกษาที่ง่ายที่สุด คือ ให้นักเรียนไปสำรวจรวบรวมข้อมูลจากเรื่องที่เราจะสอนนักเรียน เช่น รวบรวมความรู้และข้อปฏิบัติต่าง ๆ ในการช่วยเหลือตนเอง

2. ออกแบบการทำงาน ครูอาจจะนำหัวเรื่องที่เขียนไว้ให้นักเรียนเลือกหัวเรื่องที่ศึกษา แล้วนำหัวเรื่องที่เราต้องการสอนมาวิเคราะห์ และควรมีแนววิเคราะห์ของผู้สอนเอง แต่อาจใช้แบบวิเคราะห์โดยตรง ดังนี้

- ชื่อเรื่อง
- ผู้ทำโครงการงาน
- ปัญหาหรือเหตุฉงใจในการทำงาน
- ตัวแปร (ถ้ามี) ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม
- ผลที่คาดว่าจะได้รับ
- แหล่งข้อมูลที่นักเรียนจะศึกษา
- ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา
- ต้องใช้วัสดุ อุปกรณ์และค่าใช้จ่ายใดบ้าง

3. การลงมือทำโครงการ มีขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าอย่างไร ทำอย่างไร เก็บรวบรวมข้อมูลอย่างไร

4. การเขียนรายงาน การเขียนรายงานการทำโครงการ อาจเขียนตามหัวข้อที่กำหนด หรือมีสิ่งอื่นที่ต้องการบอกให้ทราบ ซึ่งสามารถที่จะปรับเปลี่ยนได้

5. การนำเสนอโครงการ เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะสะท้อนการทำงานของนักเรียน ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่ทำ การตอบข้อซักถาม บุคลิกท่าทาง ท่วงท่าวาจาไหวพริบปฏิภาณ นักเรียนสมควรได้รับการฝึกบุคลิกภาพในการนำเสนอให้สง่าผ่าเผย พร้อมทั้งฝึกนักเรียนให้มีมารยาทในการฟังด้วย

6. การวัดผล ประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการทำงาน วัดตัวความรู้โดยการซักถาม หรือวิธีการอื่น ๆ ควรให้นักเรียนได้มีการประเมินตนเอง ประเมินโดยเพื่อน ครู และผู้ปกครอง หรือบุคคลอื่น ๆ ที่มาเยี่ยมชม

บูรณชัย ศิริมหาสาร (2556) ได้เสนอขั้นตอนการทำโครงการ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การคิดและเลือกหัวข้อโครงการ

1.1 นักเรียนคิดและเลือกหัวข้อโครงการด้วยตนเอง

1.2 หัวข้อโครงการได้มาจากปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้ อยากรูเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ของนักเรียน

1.3 หัวข้อโครงการมีความเฉพาะเจาะจง สามารถสืบได้ถึงเนื้อหาของโครงการที่ทำ

ขั้นที่ 2 การวางแผน (โครงร่างของโครงการ) การวางแผนการทำโครงการ เป็นการคิดวิธีการทำงานตลอดโครงการไว้ล่วงหน้า เป็นการมองภาพตลอดแนวว่า จะต้องทำอะไรก่อน – หลัง ตามลำดับงานที่กำหนด จากนั้น จัดทำเป็นโครงร่างของโครงการไว้เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อใช้เป็นแผนในการกำกับติดตามงานของตนเองและเพื่อเสนอให้อาจารย์ผู้สอนหรืออาจารย์ที่ปรึกษาอนุมัติโครงการก่อนปฏิบัติจริง

ขั้นที่ 3 การดำเนินงาน (ปฏิบัติการโครงการ) ผู้จัดทำโครงการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ตามขั้นตอนที่ได้เขียนไว้ในโครงร่างของโครงการ โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาคอยเสนอแนะ และให้กำลังใจเพื่อให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการทำโครงการว่า ดำเนินการได้ถูกต้องแล้ว

ขั้นที่ 4 การเขียนรายงานโครงการ การเขียนรายงานโครงการฉบับสมบูรณ์ จัดทำหลังจากทำโครงการตามขั้นตอนต่างๆ ที่วางแผนไว้ในโครงร่างของโครงการเสร็จสิ้นแล้วเพื่ออธิบายให้ผู้อื่นได้เข้าใจถึงแนวคิด ที่มาของโครงการ วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ ผลที่ได้รับ ข้อเสนอ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงการนั้น เพื่อใช้เผยแพร่ให้ผู้สนใจได้ศึกษาค้นคว้าทำการทดลองเรื่องต่อไป

ขั้นที่ 5 การนำเสนอโครงการ เป็นการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์โครงการในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ผู้อื่นได้รับทราบ และนำผลโครงการไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน หรือเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำโครงการต่อเนื่อง เพื่อต่อยอดความรู้ในเรื่องเดิมหรือความรู้ในเรื่องใหม่ และเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 6 การพัฒนาโครงการ การพัฒนาโครงการเป็นผลสืบเนื่องมาจากการทำโครงการเสร็จสิ้นแล้ว ผู้จัดทำโครงการต้องทบทวนโครงการที่ทำ ว่ามีประเด็นเรื่องใดที่นำศึกษาต่อจากเรื่องที่ทำแล้ว

เพื่อการศึกษาค้นคว้าสมบูรณ อาจจะทำในรูปแบบการบูรณาการไปสู่โครงการกลุ่มสาระต่าง ๆ ทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ก็ได้

สรุปขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การคิดและเลือกหัวข้อโครงการจากปัญหาหรือเรื่องที่น่าสนใจ ขั้นที่ 2 การวางแผนการทำโครงการ เป็นการออกแบบและเขียนโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 3 การลงมือทำโครงการตามที่วางแผนไว้ ขั้นที่ 4 การเขียนรายงานโครงการเพื่อนำเสนอรายละเอียดของโครงการทั้งหมดตามแบบฟอร์มที่กำหนด ขั้นที่ 5 การนำเสนอโครงการ ต้องนำเสนอ 2 ส่วน ทั้งจัดป้ายนิเทศและการนำเสนอด้วยวาจา ขั้นที่ 6 การประเมินและการพัฒนาโครงการ

บทบาทของครูผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

นักเรียนระดับประถมศึกษาเป็นวัยที่ยังไม่สามารถวางแผนการทำงานได้ด้วยตนเอง ดังนั้นในการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ครูผู้สอนจำเป็นต้องดูแลอย่างใกล้ชิด โดยจะต้องร่วมวางแผนและจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับนักเรียนทุกขั้นตอน ซึ่งบทบาทของครูผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมสามารถสรุปได้ดังนี้

สุพล วงสินธุ์ (2553) ได้กล่าวถึงแนวทางการช่วยเหลือสนับสนุนให้ผู้เรียนจัดทำโครงการของครูผู้สอนดังนี้

1. ชี้ชวน ชักชวน จัดกิจกรรมให้มีการศึกษาสภาพแวดล้อมรอบตัวหรือชุมชน เพื่อจุดประกายความสงสัยใคร่รู้ให้กับนักเรียนไปสู่แรงจูงใจที่อยากศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งในเชิงลึก
2. ใช้คำถามเชื่อมโยงจากข่าว เหตุการณ์ หรือปัญหาจากชุมชน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น
3. ใช้คำถามเชื่อมโยงจากบทเรียนปกติ เช่น มีเรื่องอะไรอีกที่นักเรียนต้องการรู้
4. ใช้สื่ออื่น ๆ เช่น ภาพนิ่ง ป้ายนิเทศ วีดิทัศน์ ฯลฯ และสื่อที่ใช้ควรตั้งปัญหาให้นักเรียนคิดที่จะศึกษาต่อ
5. ช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถเลือกเรื่อง ปัญหา ประเด็นที่ตนสนใจใคร่จะรู้เพิ่มขึ้นเพื่อจะทำโครงการ
6. ร่วมกับผู้เรียนวางแผนกำหนดเรื่องโดยร่วมคิดหาความเชื่อมโยงเรื่องโดยใช้เครือข่ายโยงมม
7. ใช้คำถามให้ผู้เรียนคิดถึงความต้องการหรือประเด็นที่ต้องการศึกษาเรื่องที่เลือกได้แล้ว
8. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของจุดประสงค์ของผู้เรียนที่เลือกโครงการนั้น ๆ และให้ความคิดเห็นข้อเสนอแนะให้คิดอย่างรอบคอบ
9. ใช้คำถามกระตุ้นให้คาดเดาคำตอบล่วงหน้า เช่น นักเรียนคิดว่าจะเป็นเช่นไร หรือ นักเรียนคิดว่าน่าจะมีผลต่อชุมชนอย่างไร โดยครูเป็นผู้ให้กำลังใจ ร่วมวิเคราะห์ เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดอย่างรอบคอบ และมั่นใจในคำตอบที่คาดคะเน
10. กระตุ้น ส่งเสริม และให้คำปรึกษาในการคิดวิธีการศึกษาที่หลากหลาย เลือกวิธีการศึกษาที่สามารถทำได้ เลือกแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม และจัดทำเค้าโครงของโครงการ ตลอดจนประสานงานเพื่ออำนวยความสะดวกและดูแลความปลอดภัยในการศึกษาตามขั้นตอนของโครงการ

11. ให้ความช่วยเหลือเมื่อต้องการ และให้คำแนะนำในกรณีที่ผู้เรียนมีการศึกษาที่กว้างขวางขึ้น เช่น อาจแนะนำแหล่งความรู้เพิ่มเติม ตลอดทั้งจัดเวทีให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเป็นระยะ ๆ

12. ให้คำปรึกษาในการเลือกวิธีการนำเสนอ และจัดบรรยากาศในการนำเสนอ ตลอดทั้งให้การเสริมแรง

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2555) ได้เสนอบทบาทของครูตามขั้นตอนการสอนโครงงาน ดังนี้

1. ครูศึกษาหลักสูตรและเนื้อหา
2. ครูกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ครูวางแผนการสอนโดยประยุกต์วิธีสอนและกิจกรรมมาใช้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหา
4. ครูและนักเรียนช่วยกันทำ Mind Mapping จากเรื่องที่เรียน โดยแยกประเด็นสำคัญหรือที่สนใจ ออกเป็นหัวข้อย่อย

5. ครูและนักเรียนเลือกหัวข้อย่อยมาทดลองทำ Mind Mapping 1 หัวข้อเป็นตัวอย่าง
6. ครูเสนอขั้นตอนการทำโครงงาน
7. ครูและนักเรียนช่วยกันดำเนินการทำเค้าโครงของโครงงานตามขั้นตอน
8. ครูและนักเรียนช่วยกันเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วบันทึกไว้
9. เริ่มเขียนรายงานโครงงานร่วมกันจนเสร็จ
10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงโครงงานที่ทำ
11. ครูให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม เลือกหัวข้อย่อยจาก Mind Mapping ที่ครูและนักเรียนร่วมกันทำงานกลุ่มละ 1 หัวข้อ แล้วช่วยกันทำ Mind Mapping

12. ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ Mind Mapping ของตนเพื่อจะให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนให้ข้อเสนอแนะ แล้วปรับปรุง

13. นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มประชุมเพื่อวางแผนการเขียนเค้าโครงงาน
14. นักเรียนแต่ละกลุ่มเก็บรวบรวมข้อมูล แล้วบันทึกไว้
15. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันนำข้อมูลที่บันทึกไว้มาเรียบเรียงเพื่อเขียนรายงานโครงงาน
16. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโครงงานเพื่อให้ครูและเพื่อน ๆ ประเมิน ร่วมอภิปราย และให้ข้อเสนอแนะ

17. แต่ละกลุ่มปรับปรุงงาน แล้วส่งครูเพื่อตรวจและประกาศเกียรติคุณหรือเก็บไว้ในแฟ้มสะสมผลงาน หรือเผยแพร่ต่อไป

สรุปบทบาทของครูผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์จะต้องกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามหรือสื่อต่าง ๆ เพื่อให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง คอยช่วยเหลือนักเรียนอย่างใกล้ชิดทุกขั้นตอน และช่วยแก้ปัญหาเมื่อนักเรียนเกิดปัญหาในการทำโครงงาน

การประเมินโครงการวิทยาศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรม

การประเมินผลเป็นหัวใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ทำให้มองเห็นถึงสภาพความสำเร็จหรือบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การประเมินผลโครงการก็เช่นเดียวกัน ผู้สอนและผู้เรียนต้องร่วมกันประเมินผลว่า กิจกรรมที่ทำไปนั้นได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ อย่างไร ได้ใช้วิธีการแก้ไขอย่างไร ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากการทำโครงการ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

แนวทางในการประเมินโครงการ

อุดมศักดิ์ ณะกิจรุ่งเรือง และคณะ (2553) การประเมินผลโครงการควรใช้การประเมินผลตามสภาพที่แท้จริง (Authentic Assessment) ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้

1. ทำไปพร้อม ๆ กับการเรียนของผู้เรียน
2. ยึดพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกเป็นสำคัญ
3. เน้นการพัฒนาตนและการประเมินผลตนเอง
4. ให้ความสำคัญในการพัฒนาจุดเด่นของผู้เรียน
5. มีการเก็บข้อมูลระหว่างปฏิบัติได้ทุกบริบท (Context) ทั้งที่บ้าน โรงเรียน และชุมชน
6. อยู่บนพื้นฐานของเหตุการณ์ในชีวิตจริง เอื้อต่อการเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง
7. เน้นคุณภาพของผลงานซึ่งเป็นผลจากการบูรณาการความรู้ความสามารถของผู้เรียน
8. เน้นความสามารถในการคิดระดับสูง เช่น ใช้ข้อมูลในการสังเคราะห์ อธิบาย สรุป เป็นกฎ

ทั่วไป ตั้งสมมติฐาน สรุปและแปรผล เป็นต้น

9. วัตถุประสงค์เชิงบวก มีการชื่นชม ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสุข สนุกสนานไม่เครียด
10. สนับสนุนการมีส่วนร่วม และรับผิดชอบร่วมกัน

วิธีประเมินผลโครงการ

1. การสังเกต เป็นวิธีประเมินพฤติกรรมที่สามารถทำได้ทุกเวลา และทุกสถานการณ์ ทั้งแบบมีเครื่องมือ และไม่มีเครื่องมือในการสังเกต
2. การสัมภาษณ์ การสอบถาม อาจมีลักษณะเป็นทางการหรือสัมภาษณ์ สอบถามขณะปฏิบัติโครงการก็ได้
3. การวัดความรู้ ความสามารถ ควรเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อดูความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ ความเข้าใจกับสิ่งที่ได้เพิ่มเติมจากประสบการณ์ในการปฏิบัติ โครงการ ดังนี้
 - 3.1 ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด
 - 3.2 เป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการ
 - 3.3 เชื่อมโยง บูรณาการความรู้ ความสามารถได้หลายด้าน และใช้ความคิดที่ลึกซึ้งขึ้นตามวัย
 - 3.4 มีเกณฑ์การให้คะแนนตามความสมบูรณ์ของพฤติกรรม
 - 3.5 เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้คิดและเขียนคำตอบเอง

4. การรายงาน จะเป็นการเขียนรายงาน หรือประสบการณ์ ในการทำโครงการนี้ได้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง จากการที่ได้พูดหรือเขียนบรรยาย สะท้อนความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึกนึกคิดตามแนวทางการเรียนรู้ที่ผ่านประสบการณ์ ขณะปฏิบัติกิจกรรมตามโครงการ

5. แฟ้มผลงาน เป็นการเก็บรวบรวมผลงานที่มีความโดดเด่น ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่รวบรวมไว้อย่างเป็นระบบเพื่อแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ ความถนัด ทักษะความสามารถ อันแสดงออกถึงพัฒนาการ ความก้าวหน้า ความสำเร็จในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือหลาย ๆ เรื่อง หรือจะเป็นการเก็บผลการประเมินการปฏิบัติโครงการในวิธีที่ 1-4 ด้วยก็ได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการติดตามพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง

ผู้ประเมินโครงการ

1. ผู้เรียนประเมินตนเอง จะแสดงออกให้เห็นว่า ผู้เรียนเจ้าของโครงการ ซึ่งอาจเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มงาน มีความพึงพอใจต่อขั้นตอนของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนที่ได้กำหนดหรือร่วมกันกำหนดขึ้นเอง มีหัวข้อกิจกรรมใดที่ยังไม่เรียบร้อย ต้องเพิ่มเติมในแต่ละขั้นให้เสร็จสมบูรณ์

2. เพื่อนเป็นผู้ประเมิน ช่วยให้ข้อคิดเห็นสะท้อนภาพเพิ่มเติม เช่น ในระดับประถมศึกษา เพื่อนอาจให้ความเห็นในเรื่องการเขียน การใช้ตัวสะกดการันต์ วรรคตอน ซึ่งเน้นไปในด้านภาษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาการประเมินโครงการเริ่มขยายขอบเขตจากด้านการใช้ภาษาออกไป ถึงการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชื่อโครงการกับจุดประสงค์ของโครงการ และตามด้วยความเข้าใจของผู้ประเมินเสนอแนะวิธีการศึกษาของผู้ประเมินเพื่อพิจารณาจัดรูปเล่ม เพื่อการนำเสนอโครงการ

3. ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาเป็นผู้ประเมิน ช่วยให้คำแนะนำเพิ่มเติมในเรื่องวิธีการศึกษาหาคำตอบ ความสัมพันธ์ของวิชาตามหัวเรื่องที่ศึกษากับวิชาอื่น ข้อค้นพบที่ผู้เรียนได้จากโครงการ การนำคำตอบจากการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์ การนำข้อค้นพบที่ต่างไปจากเป้าหมายของการศึกษาไปใช้ประโยชน์หรือขยายผลการศึกษาเป็นโครงการใหม่

4. ผู้ปกครองเป็นผู้ประเมิน จะได้ทราบถึงความสามารถ ความถนัดทางการเรียนของลูกหรือเด็กในความปกครอง ว่ามีความรู้สึก ความต้องการของเด็กผู้ทำโครงการ ทำให้สามารถสนับสนุนทั้งด้านการเงิน กำลังใจ ให้โอกาส ให้เวลาร่วมกิจกรรมตามความสนใจของเด็ก ชี้แนะอุปสรรค ปัญหาเบื้องต้นที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติตามกิจกรรมขั้นตอนต่าง ๆ ของโครงการ ข้อเสนอแนะสำหรับการทำโครงการครั้งต่อไป

สมชัย โกลม (2554) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการทำโครงการ ดังนี้

1. เกณฑ์ต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการให้ผู้เรียนทำโครงการ
2. โครงการของผู้เรียนแต่ละคนไม่ควรเอามาประกวดหรือเปรียบเทียบกัน
3. ควรพิจารณาด้วยความยุติธรรม ตามความสามารถ ความสนใจ และพื้นฐานของผู้เรียนที่ทำ

โครงการ

4. ควรพิจารณาว่าผู้เรียนสามารถทำโครงการได้สำเร็จตามที่วางแผนไว้เป็นสำคัญ

นอกจากนี้ สมชัย โกลม (2554) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การประเมินคุณค่าของโครงการ ดังนี้

1. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความแปลกใหม่ของเรื่องที่ทำ วิธีการศึกษาค้นคว้า เครื่องมือหรือวัสดุอุปกรณ์ในการทำโครงการ

2. ความถูกต้องและเหมาะสมของวิธีการศึกษาค้นคว้า โดยการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้
 อย่างถูกต้อง และเหมาะสมเพียงใด

3. การเขียนรายงานของโครงการงาน หรือการจัดแสดงโครงการงาน ความถูกต้องชัดเจนในการสื่อ
 ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ มีความตั้งใจและชัดเจนเพียงใด

4. การอธิบายโครงการงานด้วยวาจา หมายถึง ความสามารถในการพูด อธิบาย การตอบข้อคำถาม
 ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว เหมาะสม

เพชร วงศ์ประไพโรจน์ (2545) กล่าวถึงการประเมินผลโครงการงานว่า เป็นการประเมินสภาพของ
 การศึกษาและความสำเร็จของนักเรียนต้องแยกพิจารณา ดังนี้

ประเมินสภาพการศึกษา

1. การประเมินการวางแผนการทำโครงการงาน หัวข้อที่ประเมิน คือ การกำหนดขั้นตอนการ
 ทำงาน การปฏิบัติงาน การเตรียมงาน ความคิดริเริ่ม

2. การประเมินกระบวนการทำงาน หัวข้อที่ประเมิน คือ ทำงานตามแผนงาน การเก็บรักษา
 เครื่องมือ (ถ้ามี) การรักษาความสะอาด (ถ้ามี)

3. การประเมินผลงานที่สำเร็จ หัวข้อที่ประเมิน คือ ทำงานสำเร็จ ความถูกต้อง เหมาะสม
 ความประณีตเรียบร้อย สวยงาม คุ่มค่า คุ่มเวลาและแรงงาน

ประเมินความสำเร็จและคุณภาพของงาน

1. ประเมินการวางแผนการทำโครงการงาน หัวข้อที่ประเมิน คือ

- ชื่อโครงการสัมพันธ์กับเนื้อหาหรือไม่
- คำถามเป็นคำถามเพื่อการค้นพบหรือไม่
- สมมุติฐานที่ตั้ง (ถ้ามี) แสดงพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนมากน้อยเพียงใด
- กำหนดวิธีการศึกษา แหล่งข้อมูลมีความเหมาะสมหรือไม่
- วิธีเสนอผลการศึกษาเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

2. ประเมินผลงานของโครงการงาน หัวข้อที่ประเมิน คือ

- ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ความถูกต้องและความเหมาะสมของวิธีการศึกษา
- การเขียนรายงานหรือโครงการงาน หรือการจัดแสดงโครงการงาน
- การนำเสนอโครงการงานด้วยวาจา

เกณฑ์การประเมินโครงการงานตามเกณฑ์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
 (มูลนิธิเปรม ติณสูลานนท์, 2561)

1. ความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์ (40 คะแนน)

1.1 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ความแปลกใหม่ของปัญหา การเสนอแนวคิดและการระบุตัวแปรที่ต้องการศึกษา (การดัดแปลง
 เปลี่ยนแปลงจากที่ผู้อื่นเคยทำมาก่อน การคิดขึ้นใหม่)

การออกแบบการทดลอง (การดัดแปลง เปลี่ยนแปลงที่ผู้อื่นเคยทำมาก่อน การคิดค้นใหม่ วิธีการแก้ปัญหา วิธีการวัดและควบคุมตัวแปร วิธีการรวบรวมข้อมูล การทดลองซ้ำ การเลือกและทดสอบความเหมาะสมของอุปกรณ์เป็นไปอย่างถูกต้อง เหมาะสม ละเอียดรอบคอบ สอดคล้องกับปัญหา)

จัดทำโครงการให้สอดคล้องกับวิถีคนไทยโดยน้อมนำแนวพระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียง มุ่งสู่ผลผลิตที่นำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

1.2 การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

การสังเกตที่นำมาสู่ปัญหา

การตั้งสมมติฐานที่ถูกต้อง ชัดเจน

การให้นิยามเชิงปฏิบัติการอย่างถูกต้อง

การทำการทดลองโดยใช้หลักวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและเหมาะสม

การจัดกระทำกับข้อมูล การนำเสนอ การแปลความหมายและการสรุปข้อมูล

1.3 การแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ

การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเหมาะสมกับระดับความรู้และปัญหา โดยมีความเข้าใจอย่างดี การอ้างอิงความรู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม มีความเข้าใจในความรู้ที่อ้างอิงเป็นอย่างดี

1.4 การแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ

การบันทึกข้อมูลมีเพียงพอต่อเนื้อและเป็นระเบียบ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความละเอียดถี่ถ้วน ความมานะบากบั่น ความตั้งใจจริงในการทดลอง

1.5 คุณค่าของโครงการ

โครงการทุกประเภทควรระบุคุณค่าหรือประโยชน์ของโครงการ โดยเฉพาะประโยชน์ในด้านการแก้ปัญหาให้กับท้องถิ่น

2. การเขียนรายงาน (15 คะแนน)

2.1 ความถูกต้องของแบบฟอร์ม

ครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญแบ่งแต่ละหัวข้อออกอย่างชัดเจนตามลำดับ (บทคัดย่อ กิตติกรรมประกาศ สารบัญ บทนำ เอกสารที่เกี่ยวข้อง อุปกรณ์และวิธีการทดลอง อภิปรายผลการทดลอง สรุปผล ภาคผนวก และ บรรณานุกรม)

2.2 การนำเสนอข้อมูลในลักษณะรูปภาพ กราฟ ตาราง ถูกต้อง เหมาะสม, กะทัดรัดและชัดเจน

2.3 การใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ถูกต้อง ชัดเจน รัดกุมและสละสลวย สามารถสื่อข้อมูลที่ สำคัญให้ผู้อ่านเข้าใจได้เป็นอย่างดี

2.4 การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง

อภิปรายการทดลองได้อย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์ เปรียบเทียบผลที่ได้กับที่เคยมีผู้รายงานไว้ ในการศึกษาคล้ายกันหรือเกี่ยวเนื่องกัน มีข้อเสนอแนะหรือสมมติฐานสำหรับการศึกษาทดลองต่อไป สรุปผลการทดลองทั้งหมดที่ได้ โดยเขียนสรุปเป็นข้อ ๆ

3. การจัดแสดงโครงงานฯ (20 คะแนน)

3.1 ความเหมาะสมในการใช้อุปกรณ์

ความเหมาะสมของอุปกรณ์ ชิ้นส่วน วัสดุ กลไกต่าง ๆ ประกอบการแสดงผลโครงงาน

3.2 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ความแปลกใหม่ของการออกแบบ การนำเสนอข้อมูลและการใช้วัสดุในแสดงผลโครงงาน

3.3 ความสามารถในการจัดแสดงและสาธิตผลการทดลอง

การแสดงแนวความคิดโดยรวม การจัดรูปแบบของโครงงานที่กระชับและดึงดูดความสนใจ

3.4 ความประณีตสวยงาม

การเขียนโปสเตอร์ประณีต สะอาด สวยงาม ตัวหนังสือหรือสีที่ใช้เหมาะสม การจัดวางโครงงานเหมาะสม สวยงาม

4. การนำเสนอผลงานต่อคณะกรรมการ (25 คะแนน)

การนำเสนอโดยการตอบข้อซักถาม

อธิบายและตอบข้อซักถามโดยแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำถูกต้องตรงประเด็น ประมาณ 5 - 10 นาที

สรุป

โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกเรื่องที่ต้องการศึกษาด้วยตนเอง แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ นำเสนอผลการศึกษาตามวิธีการอย่างเป็นขั้นตอน ภายใต้การแนะนำปรึกษาและการดูแลของครู ดังนั้นการประเมินจึงต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกด้านทั้งความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) การแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ การแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอและคุณค่าของโครงงาน รวมถึงการเขียนรายงาน การจัดแสดงโครงงาน และการนำเสนอผลงาน

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ. (2554). *การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*.

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ชาติรี เกิดธรรม. (2557). *เทคนิคการสอนแบบโครงงาน*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

เนตรณพิชญ์ จำปาทองเทศ. (2554). โครงงาน: การเรียนการสอนเพื่อการค้นพบ. *วารสารวิชาการ*, 4(4), 30-32.

บุรณชัย ศิริมหาสาร. (2556). *การออกแบบหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน*. กรุงเทพฯ :

บุ๊คพอยท์.

เพชร วรงค์ประไพโรจน์. (2545). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, ตุลาคม 2544 – มกราคม 2555; 1 (1), 1 – 7 .

- มูลนิธิเปรม ติณสูลานนท์. (2561). *หลักเกณฑ์การประกวดโครงงานนักเรียนระดับภาค ครั้งที่ 16 ประจำปี 2561*. นครราชสีมา : กองกิจการพลเรือน กองทัพอากาศที่ 2.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2557). *โครงงานเพื่อการเรียนรู้ หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: เอส แอนด์ จี กราฟฟิค.
- วิมลศรี สุวรรณรัตน์ และ มาฆะ ทิพย์ศิริ. (2555). *คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยการทำโครงงาน*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2555). *กระบวนการเรียนรู้โดยโครงงาน*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2555). *โครงงานกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต (วิทยาศาสตร์) ระดับประถมศึกษาตอนปลาย*. กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- สมชัย โกมล. (2554). *การสอนโครงงานและการทำวิจัยเกี่ยวกับการสอนโครงงานในชั้นเรียน*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน*. กรุงเทพฯ : สกศ.
- สุพล วังสินธุ์. (2553). *โครงงาน: การเรียนรู้*. *วารสารวิชาการ*, 3(6) : 9-16.
- อุดมศักดิ์ ณะกิจรุ่งเรือง และคณะ. (2553). *โครงงาน*. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.