

## ข้อคิดและแนวทางการจัดการเรียนรู้สำหรับครูวิทยาศาสตร์

### IDEAS AND GUIDELINES OF LEARNING AND TEACHING ABOUT SCIENCE FOR SCIENCE TEACHERS

พัชชา ดอกไม้<sup>1\*</sup>, ศรีสมร วนกรกุล<sup>2</sup> และ สาลินี หนูจิตต์<sup>3</sup>

Patcha Dokmai<sup>1\*</sup>, Srisamorn Vanakornkul<sup>2</sup> and Salinee Noojitt<sup>3</sup>

สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย<sup>1\*, 2, 3</sup>

General Science Program, College of Teacher Education, Phranakhon Rajabhat University,

Bangkok, Thailand<sup>1\*, 2, 3</sup>

Email: patcha.d@pnru.ac.th<sup>1\*</sup>

Received: 2018-09-17

Revised: 2018-10-17

Accepted: 2020-10-22

#### บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรให้ความสำคัญในการพัฒนาหลักสูตรและการผลิตครู เพื่อให้ครูมีความพร้อมที่จะพัฒนาผู้เรียนให้สามารถดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องเน้นกระบวนการมากกว่าผลลัพธ์ กล่าวคือ การให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในส่วนของการพัฒนาวิชาชีพครู ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมสอดคล้องกับบริบทของแต่ละท้องถิ่น และจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการสร้างเครือข่ายระหว่างครูวิทยาศาสตร์ด้วยกันเอง โดยแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ควรจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ผ่านการใช้คำถามกระตุ้นให้คิดและตัดสินใจ ดังนั้นการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในยุคปัจจุบันจึงควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ 1) การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง 2) การสร้างมโนธรรมสำนึก 3) การเกิดแรงจูงใจภายใน 4) การส่งเสริมพหุปัญญา และ 5) การเรียนรู้ทางสังคม โดยผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้คิดวิเคราะห์และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ในขณะที่ครูมีบทบาทเป็นผู้ชี้แนะกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม และรู้จักพัฒนานวัตกรรมจัดการเรียนรู้

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศตวรรษที่ 21 การพัฒนาวิชาชีพครู การออกแบบการจัดการเรียนรู้

## ABSTRACT

Science learning management (SLM) should be focused on curriculum and teacher development, which teachers can employ in developing their students to live in the 21st century. Consequently, science curriculum and learning management should be emphasized more on process than learning outcomes. The SLM means that students should be practiced using scientific methods to solve the problem and increase science process skills. For professional development, teachers should design appropriate learning activities related to their local context, child-centered learning management, and science teacher learning community. Science learning management guidelines should encourage the learning process to develop students' creative thinking through the use of questions to stimulate thought and decision making. Therefore, the learning management design should enhance the following aspects; 1) authentic learning, 2) mental model building, 3) internal motivation, 4) multiple intelligences, and 5) social learning. According to the aspects mentioned earlier, students should be responsible for analyzing and practicing their education by themselves. In contrast, teachers should facilitate the appropriate learning process and develop innovative teaching methods.

**Keywords:** science learning management, 21st century, Professional Development, Instructional Design

## บทนำ

ประเทศไทยมีการผลิตกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสัดส่วนที่น้อยกว่ากำลังคนด้านสังคมศาสตร์อยู่เป็นอันมาก ทั้งนี้เพราะเยาวชนของชาติไม่สนใจและมีมุมมองว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ยากและค่อนข้างจะห่างไกลจากการดำรงชีวิตและความสนใจของตนเอง และหากต้องการพัฒนาประเทศสู่สังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อย่างแท้จริงนั้นจึงต้องพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ เพราะว่า “ครู” มีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อความรู้สึกรักคิดและเจตคติของผู้เรียน ดังนั้นการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน จึงควรจะให้ความสำคัญต่อหลักสูตรการผลิตครูโดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตครูด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ครูมีความพร้อมที่จะพัฒนาผู้เรียนให้สามารถดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 และให้ครูวิทยาศาสตร์

เป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะการจัดกระบวนการเรียนรู้ตลอดจนมีเจตคติที่ดีและตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการศึกษาดังกล่าว ครูจึงต้องเข้าใจบริบทและความเป็นไปของสังคมและของโลก เข้าใจหลักสูตรและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เข้าใจบทบาทของผู้เรียนและบทบาทของครูเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ยุคปัจจุบันประสบผลสำเร็จ

ปัจจุบันการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เริ่มเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในช่วงศตวรรษที่ 21 ทั้งนี้เพราะปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงสู่สังคมออนไลน์และโลกแห่งความรู้ที่ไร้พรมแดน ธรรมชาติการเรียนรู้ก็เปลี่ยนแปลงไปภายใต้เงื่อนไขของเวลาที่มียูอย่างจำกัด ประกอบกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ศาสตร์หรือความรู้ต่างๆ เกิดขึ้นอยู่เรื่อยๆ พร้อมๆ กับความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี และเครื่องมืออุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูลก็มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นเพียงเนื้อหาหรือตัวความรู้เพียงอย่างเดียวจึงไม่น่าจะเพียงพอ การสอนที่เน้นกระบวนการที่จะนำไปสู่ความรู้ต่างๆ นั้นก็มีความสำคัญพอๆ กัน นั่นคือการที่ให้ผู้เรียนเข้าใจถึงกระบวนการทำงานแบบที่นักวิทยาศาสตร์เขาทำหรือการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และในระหว่างกระบวนการหาคำตอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นจะต้องมีทักษะการสืบค้นข้อมูล (Information Retrieval Skills) ความรู้ต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่มากมายในตำรา อินเทอร์เน็ต การสัมภาษณ์ และแหล่งเรียนรู้

ตามธรรมชาติต่าง ๆ (Fernández-Luna & Huete, 2009) และต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American association for the advancement of science ) ได้พัฒนาขึ้นตามหลักสูตร Science a process approach (SAPA) ประกอบด้วย 13 ทักษะ แบ่งเป็น 2 ระดับคือ 1) ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ได้แก่ ทักษะการสังเกต (Observing) ทักษะการวัด (Measuring) ทักษะการคำนวณ (Using numbers) ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา (Using space/Time relationships) ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล (Communicating) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) และ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ซึ่งได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables), ทักษะการทดลอง (Experimenting) และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion) (AAAS, 1967)

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องเน้นการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ บ่มเพาะความคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดตัดสินใจ สามารถเลือกใช้ข้อมูลข่าวสารได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้

ผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ มีการเปิดกว้างทางความคิด มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้หรือประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง สังคม มวลมนุษย์และสรรพสัตว์หรือต่อโลกที่เราอาศัยอยู่ รวมทั้งการตระหนักและเห็นคุณค่าของตนเองและผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21

### กรอบในการวิเคราะห์

ครูวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันนอกจากจะต้องมีความแม่นยำในเนื้อหาแล้ว ยังต้องสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบทของสังคม ท้องถิ่น โรงเรียน และผู้เรียนอีกด้วย ซึ่งครูวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาตัวเองได้ด้วยกระบวนการทำวิจัยในชั้นเรียนและการเข้าร่วมในชุมชนวิชาชีพ ทั้งในระดับโรงเรียน ประเทศ และต่างประเทศ เพื่ออภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ และเผยแพร่ข้อความรู้ให้ผู้อื่นได้นำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

หลักสูตรประกอบด้วยเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ต้องเข้าใจธรรมชาติการเรียนรู้และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลักสูตรจึงต้องเน้นกระบวนการมากกว่าผลลัพธ์

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ต้องได้รับการสนับสนุนตั้งแต่ระดับนโยบายถึงระดับปฏิบัติในเรื่องของสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ แหล่งการเรียนรู้ สื่อสารสนเทศและการเข้าถึงสื่อสาร

สนเทศ การเตรียมความพร้อมของครูทั้งก่อนประจำการและครูประจำการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ตลอดจนการพัฒนาวัฒนธรรมการเรียนการสอนและการประเมินผู้เรียน ดร.ยุพา วีระไวทยะ (Veeravaitaya, 1996) กล่าวว่า รัฐบาลไทยโดยกระทรวงศึกษาธิการได้เล็งเห็นอนาคตของชาติที่ต้องพึ่งพาความรู้ ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตั้งแต่พุทธศักราช 2514 โดยการจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ขึ้นและมอบหมายให้พัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาหรือปัจจุบันเรียกการศึกษาขั้นพื้นฐานมาตั้งแต่อดีตนั้น หลักสูตรวิทยาศาสตร์จึงเป็นหลักสูตรเบ็ดเสร็จ กล่าวคือ มีการกำหนดเนื้อหาความรู้วิธีการสอนและการเสนอแนะกิจกรรม โดยมีเอกสารที่เป็นคู่มือครูและหนังสือเรียนที่ประกาศใช้โดยกระทรวงศึกษาธิการ ดังนั้นโรงเรียนทั่วประเทศจึงใช้เอกสารการเรียนและคู่มือครูชุดนี้มาโดยตลอด ทั้งนี้ได้มีการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นในแง่ของตัวหลักสูตรและการเรียนการสอนจึงถือได้ว่ามีมาตรฐานกลาง อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาวิจัยมักจะพบว่าโรงเรียนในเขตห่างไกลจากตัวจังหวัดยังมีจุดอ่อนในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กว่าโรงเรียนในเขตเมือง (Chareonrit, Polpok & Worakul, 2005; Meekham, Topithak & Naka Ai, 2013; Kaewkanta, Chanjarain, Chamchantharawong & Monvucharin, 2016) และมีการพบว่า “ครู” เป็นปัจจัยที่ค่อนข้างชัดเจนในการส่งผลต่อการบรรลุเป้าหมายการศึกษาวิทยาศาสตร์ (MGRonline, 2017) สถาบันการผลิตครูจึงมี

บทบาทสำคัญมากในประเด็นปัญหานี้ กล่าวคือ ครูจะต้องรู้เป้าหมายการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ของชาติว่า เมื่อผู้เรียนเรียนวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งได้กำหนดเป้าหมายสำคัญของการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

การพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ (Professional Development for Science

Teacher) เมื่อพิจารณาจากหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของกระทรวงศึกษาธิการ ประกอบกับกรอบมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ จะเห็นได้ว่าครูวิทยาศาสตร์อย่างน้อยที่สุดต้องดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนดโดยประกาศกระทรวงศึกษาธิการ และจะดียิ่งขึ้นหากครูได้มีการเพิ่มเติมความรู้หรือกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมสอดคล้องกับบริบทของแต่ละท้องถิ่น โดยเฉพาะความรู้ที่เกี่ยวกับสุขภาพและสิ่งแวดล้อม พลังงานและเทคโนโลยี ก็จะทำให้ผู้เรียนสนใจและเห็นคุณค่าของความรู้และเทคนิควิธีการต่าง ๆ จากการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันได้จริง ซึ่งกิจกรรมเสนอแนะดังกล่าวควรจะเป็นสัดส่วนเท่าใดนั้น ก็น่าจะมีการพิจารณาตามความเหมาะสมของแต่ละท้องถิ่น

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จะประสบผลสำเร็จหรือไม่ขึ้นกับคุณภาพของครู เพราะครูควรมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในเรื่องธรรมชาติการเรียนรู้สามารถวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ออกแบบและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง จึงจะนำความสำเร็จมาสู่การจัดการกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ในส่วนของ การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้และการปรับพฤติกรรมของผู้เรียนนั้น ครูสามารถทำได้ด้วยการทำวิจัยในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งเป็นวิจัยที่ทำในบริบทของชั้นเรียน เพื่อนำผลของการวิจัยแก้มาปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียน ปรับปรุงและพัฒนาการสอนของ

ตนเอง (Khammani, 1997) อย่างไรก็ตามความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้เป็นไปได้ยากที่จะเกิดขึ้นเพียงลำพัง ดังนั้น การสร้างเครือข่ายระหว่างครูวิทยาศาสตร์ด้วยกันเองก็เป็นสิ่งจำเป็น เพราะจะทำให้เกิดการขยายความรู้ทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ อันจะส่งผลดีต่อผู้เรียนในที่สุด (Wilson, 2013)

รูปแบบหนึ่งของการสร้างเครือข่ายของครูที่ได้รับการสนับสนุนให้เกิดขึ้นในปัจจุบันและยังเป็นส่วนหนึ่งในนโยบายรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ คือ ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC: Professional Learning Community) หมายถึง การรวมตัว รวมใจรวมพลัง ร่วมมือกันของครู ผู้บริหาร และนักการศึกษาในโรงเรียน เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้พร้อมสำหรับการใช้ชีวิตในศตวรรษที่ 21 (Sergiovanni, 1994) สอดคล้องกับศาสตราจารย์นายแพทย์วิจารณ์ พานิช (Panich, 2011) ที่กล่าวว่า ชุมชนวิชาชีพ (PLC) คือการรวมตัวกันของครูประจำการเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์การทำงานที่ครู ซึ่งเป็นการพัฒนาวิชาชีพให้เป็น “ครูเพื่อศิษย์” ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ชุมชนวิชาชีพ (PLC) เป็นสถานที่สำหรับ “ปฏิสัมพันธ์” ลด “ความโดดเดี่ยว” ของมวลสมาชิกวิชาชีพครูในโรงเรียนมีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงผลการเรียนของผู้เรียนหรืองานวิชาการในโรงเรียน (Sergiovanni, 1994) นอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยยืนยันว่าโรงเรียนที่มีการจัดตั้งชุมชนวิชาชีพ (PLC) ส่งผลในทางบวกต่อครูผู้สอนและผู้เรียนและนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพทั้งด้านวิชาชีพและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน (Hord, 1997)

การรวมตัวกันของครูวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างชุมชนวิชาชีพ (PLC) วิทยาศาสตร์ศึกษานั้นนอกจากจะมีในระดับโรงเรียนแล้วยังมีการจัดตั้งชุมชนในระดับประเทศและนานาชาติอีกด้วย ซึ่งชุมชนวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับชาติและนานาชาตินี้ ล้วนมีเป้าหมายหลักเดียวกันคือ การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ และเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์โดยผ่านกระบวนการวิจัย และนำเสนอผลงานผ่านการประชุมทางวิชาการ (conference) และตีพิมพ์ลงในวารสารวิชาการ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติรี ฝายคำตา (Faikhamta, 2016) จึงได้ทำการรวบรวมรายชื่อสมาคมวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ครูวิทยาศาสตร์ควรรู้ทั้งในระดับชาติและนานาชาติไว้ในบทความวิชาการเรื่องประเด็นแนวโน้มการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งผู้เขียนจะขอหยิบยกตัวอย่างสมาคมที่สำคัญมีดังนี้

สมาคมวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งประเทศไทย (SEAT: Science Education Association Thailand) เกิดขึ้นจากความร่วมมือของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยชั้นนำในประเทศไทย มีวารสาร International Journal of Science Educators and Teachers (IJSET) และมีการจัดประชุมในระดับนานาชาติภายใต้ชื่อ The International Conference of Science Educators and Teachers (ISET)

สมาคม National Association of Research in Science Teaching (NARST) ของประเทศสหรัฐอเมริกา มีวารสารวิจัยชื่อ Journal of Research in Science Teaching และมีการจัดประชุมวิชาการชื่อ NARST Conference

สมาคม European Science Education Research Association (ESERA) สมาคมนี้เกิดขึ้นจากความร่วมมือของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในทวีปยุโรป มีการจัดประชุมวิชาการชื่อ ESERA conference และมีวารสารวิจัยชื่อ International Journal of Science Education

นอกจากนี้แล้วยังมีวารสารงานวิจัยระดับนานาชาติที่ได้รับการยอมรับในด้านคุณภาพ ยกตัวอย่างเช่น Research in Science Education, Journal of Research in Science Teaching, International of Science Education Science Education, Asia-Pacific Journal of Science Education เป็นต้น

## เนื้อหา

### แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Science Teaching Approaches)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่เชื่อว่าความรู้เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล โดยผู้เรียนจะสร้างความรู้ใหม่จากความรู้และประสบการณ์เดิมร่วมกับประสบการณ์การใหม่ และการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เพื่อน ครู และบุคคลอื่น ๆ (Vygotsky, 1978) รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธน์ เนื่องเจดิม (Nuangchalerms, 2015) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะประสบผลสำเร็จได้ต่อเมื่อผู้เรียนได้เห็น ได้สัมผัส เข้าใจและสนุกกับกิจกรรมที่ครูได้ออกแบบ

กิจกรรมการเรียนรู้ ครูเป็นแรงบันดาลใจหนึ่งของผู้เรียน หากครูมีความสามารถในการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้น่าสนใจ ผู้เรียนจะเฝ้าคอยให้ถึงชั่วโมงวิทยาศาสตร์แม้ว่าปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศทำให้ผู้เรียนเข้าถึงแหล่งความรู้และทักษะต่าง ๆ ได้ทุกที่ทุกเวลา แต่ก็ไม่ควรลืมว่าคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตไม่สามารถสนองความเป็นมนุษย์ได้ คอมพิวเตอร์จึงเป็นเพียงเครื่องมือที่จะนำผู้เรียนให้เข้าถึงแหล่งความรู้ ครูจึงมีบทบาทสำคัญในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และมีความสุข โดยผ่านกิจกรรมการศึกษาทดลองและการใช้คำถามกระตุ้นให้คิดและตัดสินใจอย่างถูกต้องบนพื้นฐานของข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ ดังนั้นการออกแบบการเรียนรู้ของครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ให้ข้อเสนอแนะต่อกิจกรรมการเรียนรู้และร่วมประเมินผลการเรียนรู้ตามความเหมาะสม

### การออกแบบการจัดการเรียนรู้ยุคปัจจุบัน

การออกแบบการจัดการเรียนรู้ยุคปัจจุบัน ควรมีลักษณะดังนี้ (Trilling & Fadel, 2009 อ้างถึงใน Nuangchalerms, 2015)

#### 1. การเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning)

การเรียนการสอนควรสะท้อนความเป็นจริงของชีวิต เนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ผู้เรียนศึกษาจึงไม่ควรห่างไกลจากความเป็นจริงของชีวิตหรือห่างไกลจากสภาพแวดล้อมและปัญหาที่ผู้เรียนเผชิญอยู่หลักเกณฑ์หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ยากเกินไป จำต้อง

ไม่ได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายส่งผลต่อเจตคติวิทยาศาสตร์ที่ไม่ดี จึงควรลดทอนลงไปหรือไปศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

## 2. การสร้างมโนธรรมสำนึก (Mental Model Building)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องปลูกฝังมโนธรรมสำนึก ปลูกฝังความเชื่อและค่านิยมที่ดีงาม ให้เกิดการเรียนรู้ที่เข้าใจตนเอง เข้าใจผู้อื่น ให้เกียรติและเคารพผู้อื่นและธรรมชาติ ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น หรือยอมรับหลักฐานข้อมูลใหม่ที่มีการพิสูจน์ทดลองใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า

## 3. การเกิดแรงจูงใจภายใน (Internal Motivation)

การเรียนรู้ที่ดีจะถูกกระตุ้นจากแรงจูงใจภายในเกิดความกระหายใคร่รู้สิ่งเหล่านี้ควรบ่มเพาะตั้งแต่เด็กด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้ ประกอบกับการใช้คำถามของครูจะทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

## 4. การส่งเสริมพหุปัญญา (Multiple Intelligences)

การจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องส่งเสริมผู้เรียนที่มีความถนัดและความแตกต่างกันแต่กำเนิด ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีเพียงแนวทางเดียวจะไม่สามารถตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน ได้ทั้งชั้นเรียน การทำโครงงานวิทยาศาสตร์จึงเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาตามความถนัดและสนใจซึ่งจะทำให้บรรลุผลการเรียนรู้ได้ดีกว่า

## 5. การเรียนรู้ทางสังคม (Social Learning)

ผู้เรียนทุกคนมีบทบาทหน้าที่และมีการเรียนรู้ร่วมกัน มีการเข้าใจนิสัยใจคอผู้อื่น

ช่วยเหลือผู้อื่นและปรับตัวให้อยู่ร่วมกันกับผู้อื่นได้ การสร้างสังคมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ควรให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งกันและกัน เข้าใจความเป็นไปของชีวิตมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ ทั้งครูและผู้เรียนจึงต้องเข้าใจในบทบาทของตนเองเพื่อก่อให้เกิดการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ

## บทบาทของผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในยุคที่มีข้อมูลสารสนเทศมากมายและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเข้าถึงข้อมูล การวิเคราะห์และตัดสินใจใช้ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นทักษะที่จำเป็นซึ่งจะต้องปลูกฝังเข้าไปในตัวผู้เรียน บทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันครูจำเป็นต้องสื่อสารให้ผู้เรียนได้รับรู้และเข้าใจในบทบาทของตนเองซึ่งบทบาทของผู้เรียนจึงมีดังนี้

1. เป็นคนช่างสังเกต ช่างสงสัยและตั้งคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหาที่ได้รับ การกระตุ้นจากบทเรียนหรือสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติและสังคม

เป็นผู้ที่รู้จักการวางแผนการเรียนรู้ โดยอาจวางแผนการเรียนรู้ร่วมกับครูหรือผู้เรียนด้วยตนเอง การวางแผนจะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบและการทำงานกลุ่มจะทำให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดและประสบการณ์อันจะนำไปสู่การเข้าใจผู้อื่นมากขึ้น

2. เป็นผู้เรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ลงมือปฏิบัติ ทดลอง คิดวิเคราะห์ ตัดสินใจและแก้ปัญหาาร่วมกัน

3. แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันและสรุปเป็นกฎเกณฑ์ หลักการหรือทฤษฎีต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง โดยมีส่วนช่วยกำกับหรือเรียบเรียงความคิดให้เป็นระบบ

4. สะท้อนแนวคิดที่มีต่อบทเรียนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูเพื่อนำไปสู่การปรับปรุง พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

5. มีส่วนร่วมในการกำหนดทิศทางการเรียนรู้และพัฒนาสังคมโดยผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ในระบบประชาธิปไตย

กล่าวโดยสรุปในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนควรมีบทบาทในการเป็นผู้สังเกต คิดวิเคราะห์ และตั้งคำถาม วางแผนและลงมือปฏิบัติ ทดลอง สรุปและสะท้อนผลการเรียนรู้ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

### บทบาทของครูวิทยาศาสตร์

บทบาทของครูในการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ครูทุกคนต้องตระหนักและดำเนินการตามบทบาทหน้าที่ในความรับผิดชอบของตนเอง บทบาทของครูจึงมีดังนี้

1. วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เพื่อนำความรู้ ทักษะ และ เจตคติมากำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้

2. ศึกษาบทเรียนและคู่มือตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเป็นผู้ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ ตามความเหมาะสม ทั้งนี้ควรให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการออกแบบนั้น ๆ ด้วย

3. เป็นผู้ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด ลงมือปฏิบัติ ทดลองเพื่อหาคำตอบและลงข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูลดบทบาทหน้าที่ในการสอนเปิดโอกาสผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้แทน ครูจึงเพียงทำหน้าที่คอยช่วยเหลือแนะนำเมื่อผู้เรียนเกิดข้อสงสัยหรือต้องการความช่วยเหลือ

4. เป็นต้นแบบ (Role Model) ให้ผู้เรียนยึดเป็นแบบอย่างในการดำรงชีวิตและการอยู่ร่วมกับสังคมอย่างเป็นปกติสุข

5. เป็นผู้ชี้แนะกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับกระบวนการทัศนในการจัดการเรียนรู้ยุคปัจจุบัน ชี้แนะแหล่งเรียนรู้ การลงมือปฏิบัติทดลอง การสรุปและการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม

6. เป็นผู้ชี้แนะ จัดหา คัดสรร และพัฒนาสื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดและปัญญาโดยผ่านการจัดกิจกรรมซึ่งอาจเป็นกิจกรรมในหลักสูตรและกิจกรรมเสริมหลักสูตร เช่น การสำรวจ การทดลอง การทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือสเต็มศึกษา และการแสดงบทบาทสมมติ เป็นต้น

7. เป็นผู้ประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเน้นประเมินและสะท้อนผลการเรียนรู้เพื่อการพัฒนามากกว่าตัดสิน

ครูนอกจากจะมีหน้าที่ตามบทบาทข้างต้นแล้ว ยังต้องเข้าใจในเรื่องของหลักสูตร วิทยาศาสตร์และมาตรฐานการเรียนรู้เนื่องจากปัจจุบันความรู้หรือข้อมูลต่าง ๆ เกิดขึ้นอย่างมากมายและรวดเร็ว การรู้จักวิเคราะห์หลักสูตรและความเข้าใจในมาตรฐานการเรียนรู้จึงเป็น

ทักษะที่จำเป็นสำหรับครู นอกจากนี้ครูยังต้องรู้จักพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนและการจัดสภาพแวดล้อมที่สร้างแรงบันดาลใจเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข

### วิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านเสนอว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้นั้นควรจะสอนวิทยาศาสตร์อย่างที่ว่าวิทยาศาสตร์เป็นกล่าวคือ จัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกระบวนการทำงาน และการได้มาซึ่งความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี ดังนั้นผู้เขียนจึงจะขอยกตัวอย่างวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ดังต่อไปนี้

#### 1. วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้สืบค้นข้อมูล เพื่อพัฒนาความเข้าใจและสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกตั้งคำถาม ค้นคว้าหาความรู้ ออกแบบการทดลอง เก็บและวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งนำเสนอข้อความรู้ที่ตนเองค้นพบให้ผู้อื่นเข้าใจ ซึ่งเป็นการเลียนแบบการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีหลากหลายรูปแบบ โดยรูปแบบที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย คือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นตอน (5Es Learning Cycle) (Bybee, 1997) ประกอบด้วย 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบาย (Explanation) 4) ขยายความรู้ (Elaboration) 5) ขั้นประเมิน (Evaluation)

#### 2. วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL: Problem-based learning)

วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเด่นคือ การนำปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาเป็นจุดเริ่มต้นในการจัดการเรียนรู้ โดยปัญหาดังกล่าวจะต้องมีลักษณะคลุมเครือ และมีวิธีการแก้ปัญหาหลายวิธี การนำปัญหามาเป็นจุดเริ่มต้นจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งถือได้ว่าเป็นการเรียนรู้โดยการนำตัวเอง (self-directed learning) วิธีการนี้มักจะใช้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) ดังนั้น จึงนิยมแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยครูมีหน้าที่อำนวยความสะดวก (facilitator) และจัดสถานการณ์ให้เกิดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้วิธีนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล (Rational Thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นต้น รูปแบบ

การจัดการเรียนรู้แบบ PBL มีหลากหลายรูปแบบ ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างรูปแบบ 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) บ่งชี้ปัญหาที่จะทำการศึกษา 2) ลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) รวบรวมข้อมูลทั้งหมด 4) นำเสนอข้อมูลหรือข้อค้นพบ (Faikhamta, 2011)

### 3. วิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning)

วิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น โดยในกลุ่มจะประกอบด้วยสมาชิกที่ความสามารถ มีความรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตน ร่วมมือร่วมใจและช่วยเหลือกัน เพื่อให้กลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมี 5 ประการดังนี้ (Johnson and Johnson, 1994) 1) การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน (Positive Interdependence) 2) การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด (Face-to-face interaction) 3) ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน (Individual Accountability) 4) การใช้ทักษะปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and small-group skills) 5) การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (Group processing) ดังนั้นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือจึงมักถูกนำมาผนวกกับการจัดการเรียนรู้วิธีอื่นเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลากหลายเทคนิค เช่น จิ๊กซอว์ (Jigsaw) ร่วมทีมผลสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Divisions (STAD) ทีมร่วมมือแข่งขัน (Teams

Games Tournaments (TGT) และ กลุ่มสืบค้น (Group Investigation (GI) เป็นต้น

### 4. วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM education)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดเรียนรู้ที่เกิดจากการบูรณาการใน 4 ศาสตร์ได้แก่วิทยาศาสตร์ (science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (mathematic) ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนนำศาสตร์ทั้ง 4 มาพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เป็นการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นทักษะจำเป็นในโลกยุคใหม่แบ่งได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม (learning and Innovation skills), ทักษะด้านข้อมูล สื่อและเทคโนโลยี (Information, Media, and Technology skills), และ ทักษะชีวิตและอาชีพ (Life and career skills) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม มีลักษณะ 5 ประการได้แก่ 1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ 2) ช่วยผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำงาน 3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 4) ทำทลายความคิดของนักเรียน และ 5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา ดังนั้นสะเต็มศึกษาจึงเป็นการเตรียมพลเมืองสำหรับศตวรรษที่ 21 จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้ได้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรม ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถใช้รูป

แบบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย 6 ขั้นตอนได้แก่

- 1) ระบุปัญหา (Problem Identification)
- 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)
- 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)
- 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)
- 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)
- และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (Presentation)

### สรุป

การจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะดำรงชีวิตอยู่ในศตวรรษที่ 21 นั้น

ครูมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในการจัดการศึกษาและส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นให้แก่ผู้เรียน ผ่านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ในขณะที่ครูจะมีหน้าที่เป็นผู้ที่คอยสนับสนุน ชี้แนะแนวทางในการหาคำตอบ ซึ่งข้อคิดและแนวทางการจัดการเรียนรู้สำหรับครูวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น หากสามารถดำเนินการได้ทั้งหมด ก็จะทำให้กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เกิดการพัฒนากกระบวนการทางความคิดและความสามารถในการปฏิบัติงานได้จริง สอดคล้องกับความต้องการของภาคสังคมและภาคเศรษฐกิจทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และส่งเสริมให้เกิดพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยอย่างยั่งยืนต่อไป

## REFERENCES

- American Association for the Advancement of Science (AAAS). 1967. **Science—A Process Approach**. Washington: AAAS.
- Chareonrit, S., Polpok, P., & Worakul, P. (2005). **Research and Development of Remote Island Schools: A Case Study of Ban Koh Adang School in Satun** (Research report). Songkhla: Songkhla Rajabhat University. (in Thai)
- Chuchottaworn, P. (2017, June). **Solution to Human Resource Problems in Science and Technology to Thailand 4.0**. Paper presented at the meeting of the development of human resources in science and technology to Thailand sustainable. Bangkok: Thailand. (in Thai)
- Faikhamta, C. (2011). **Methods of Teaching Science at Elementary Level**. Bangkok: April Rain Printing Co., Ltd. (in Thai)
- Faikhamta, C. (2016). Issues and Research Trends in Science Education. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning**. 7(1), 163-183. (in Thai)
- Fernandez-Luna, J. M., Huete, J. F., MacFarlane, A. & Efthimiadis, E. N. (2009). **Teaching and Learning in Information Retrieval**. *Information Retrieval*. 12(2), 201-226.
- Hord, S.M. (1997). **Professional Learning Communities: Communities of Inquiry and Improvement**. Austin: Southwest Educational Development Laboratory.
- Johnson, R.T. & Johnson, D.W. (1994). An overview of cooperative learning. In J. S. Thousand, R.A. Villa & A.I. Nevin (Eds.), **Creativity and collaborative learning**. Baltimore, Maryland: Paul H. Brookes Publishing Co.
- Kaewkanta, M., Chanjarain, I., Chamchantharawong, C., & Monvucharin, P. (2016). School Management in Hill Tribe Primary Schools under the Primary Educational Service Area Office in Chiangrai Province. **Journal of Education Khon Kaen University (Graduate Studies Research)**. 9(2), 106-114. (in Thai)
- Khammani, T. (1997). **Science of Teaching Pedagogy: Knowledge for Effective Learning**. Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Meekham, J., Topithak, K., & Naka A, N. (2013). Problems and Guidelines of Application for Educational Quality Promotion Project of Border Patrol Police Schools Under the Border Patrol Police Headquarters 31 in Phitsanulok Province. **Humanities and**

- Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University. 7(1), 100-110. (in Thai)
- MGR online. (2017, December). Improving Teachers Quality prevent Thai Students' Low Achievement in Science Subjects. Retrieved July 15, 2018 from <https://mgronline.com/live/detail/9600000121659> (in Thai)
- Ministry of Education. (2018). **Basic Education Curriculum B.E. 2551**. Bangkok: The Printing House of Express Transportation Organization of Thailand. (in Thai)
- Nuangchalerms, P. (2015). 21st Century Learning in Science. **Journal of Rangsit University : Teaching & Learning**. 9(1), 136-154. (in Thai)
- Panich, V. (2011). **Method for Creating Learning to be a 21st Century Disciple**. Bangkok: Tathata Publication Co., Ltd. (in Thai)
- Sergiovanni, T. J. (1994). **Building community in schools**. San Francisco: Jossey-Bass
- Veeravaitaya, Y. (1996). The Standard "Science Education" in the 21st Century. **Kasetsart Educational Review**. 11(3), 15-24. (in Thai)
- Vygotsky, L. S. (1978). **Mind in society: the development of higher psychological processes**. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wilson, S. M. (2013). Professional Development for Science Teachers. **Science**. 340(6130), 310-313.