



วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<https://www.tci-thaijo.org/index.php/edkkuj>

ดำเนินการวารสารโดย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรกผนวกกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานภายใต้กรอบแนวคิดสะเต็มใน (STEM-PBL) เนื้อหาเรื่องกรด-เบส เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับชั้นมัธยมศึกษา

Infusion Approach with STEM Problem-based Learning (STEM-PBL) in Acid-Base to Enhancing Critical Thinking for Secondary School Education

พัชรพร บุญกิตติ¹ วันชัย ปลื้มภานุภักดิ์² และ ชาตรี ฝ้ายคำดา^{3*}

Patcharaporn Boonkitti¹, Wanchai Pluempanupat² and Chatree Faikhamta^{3*}

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์^{1,3*} และ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์²

Faculty of Education, Kasetsart University, Thailand^{1,3*}, and Faculty of Science, Kasetsart University, Thailand²

Received: July 11, 2021 Revised: October 04, 2021 Accepted: October 04, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรก (Infusion) ผนวกกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานภายใต้กรอบแนวคิดสะเต็ม (STEM-PBL) เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในเนื้อหาเรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เก็บข้อมูลจากแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ บันทึกหลังการสอน อนุทินและใบกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณพัฒนาขึ้นในทุกองค์ประกอบและแต่ละองค์ประกอบมีระดับคะแนนเพิ่มเป็นระดับสูง ยกเว้นองค์ประกอบการประเมินที่คะแนนหลังเรียนอยู่ในระดับกลาง ในด้านแนวทางการสอนควรมีลักษณะดังนี้ คือ 1) ใช้สถานการณ์ที่ซับซ้อนแต่มีขอบเขตและข้อจำกัดและรัดกุมร่วมกับให้นักเรียนวางแผนก่อนลงมือทำเพื่อพัฒนาการวิเคราะห์และการสรุปอ้างอิง 2) การนำเสนอผลงานผ่านการเวียนฐานร่วมกับการให้ข้อเสนอแนะระหว่างผู้นำเสนอและผู้รับฟังทุกรอบเพื่อส่งเสริมให้เกิดการประเมินและการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ 3) การจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรกผ่านการใช้ตัวอย่างคำถามและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้สามารถช่วยพัฒนาการคิดในภาพรวมได้ดี ในตอนท้ายผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบชัดแจ้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์รวมถึงและการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและสะเต็ม

คำสำคัญ: การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรก สะเต็ม การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

*Corresponding author. Tel.: 090 989 0089

Email address: feductf@ku.ac.th

Abstract

This classroom action research is aimed at examining teaching guidelines in using the Infusion Approach with STEM Problem-based Learning (STEM-PBL) to improve critical thinking (CT) on Acid-Base topic for 11th grade students. The data was collected from critical thinking survey, teacher's and students' reflective journals, and students' worksheets. Most CT components have been raised and performed at a high level, except for evaluation skills, which is still at a medium level. STEM-PBL teaching guidelines were categorized into three main themes: 1. The scenarios utilized in STEM-PBL should be ill-defined issues with obvious criteria and constraints. Thus, students can design their work before doing it and improve their analysis and inference skills. 2. Circular presentation with the common rules that the presenter and audience should discuss together, can develop evaluation and reflective judgment skills. 3. An infusion approach, using case studies and the sharing of ideas throughout the classroom, helps students develop their critical thinking. Suggestions for implementing an infusion approach for enhancing critical thinking in the science classroom as well as through problem-based learning and STEM education will be provided.

Keywords: Critical Thinking, Infusion Approach, STEM, Problem-Based Learning

■ บทนำ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นทักษะสำคัญที่ช่วยในการตัดสินใจและการแก้ปัญหา โดยเฉพาะในปัจจุบันที่ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้ (Dwyer et al., 2014) นอกจากนี้พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณยังช่วยให้ผู้รับสารสามารถตัดสินใจ ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลในยุคที่ข้อมูลข่าวสารมีความหลากหลายมากขึ้นได้ (Che, 2002) หากบุคคลปราศจากการคิดอย่างมีวิจารณญาณ บุคคลนั้นจะขาดการกลั่นกรองทางความคิด ทำให้ตัดสินใจผิดพลาด และอาจก่อให้เกิดการกระทำที่ส่งผลเสียในที่สุด (ภูธร สุคันธวิช และ มนสิข สิริสมบุญ, 2560) ในด้านการศึกษาพบว่าหลักสูตรไทยและต่างประเทศได้ให้ความสำคัญและบรรจุการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นเป้าหมายหนึ่งในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในบริบทของประเทศไทย หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ระบุให้การคิดเป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญที่ผู้เรียนพึงมี ในการสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยการคิดอย่างมีวิจารณญาณก็เป็นหนึ่งในทักษะการคิดที่สำคัญนั้นด้วย ในต่างประเทศองค์กร P21 ระบุว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในทักษะที่เกี่ยวกับการเรียนรู้และนวัตกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความพร้อมสำหรับสภาพแวดล้อมและการทำงานที่มีความซับซ้อนในอนาคตได้ (Partnership for 21st Century Learning, 2019) จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อนักเรียนทั้งในด้านการเรียนรู้และการใช้ชีวิต

แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ผ่านมาได้ระบุว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำกว่าที่ควร นอกจากนี้การคิดอย่างมีวิจารณญาณยังเป็นทักษะที่พัฒนายากเนื่องจากการคิดขั้นสูง โดยแต่ละทักษะย่อยอาจพัฒนาได้ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความยากของทักษะย่อยหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนอีกด้วย (Tiwari et al., 2006; Wang et al., 2017) สอดคล้องกับประสบการณ์ของผู้วิจัย ซึ่งก่อนหน้านี้ผู้วิจัยได้มีโอกาสปฏิบัติการสอนในรายวิชาเคมีกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และนำแบบวัดความต้องการจำเป็นในการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้นักเรียนทำ พบว่าส่วนใหญ่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับกลาง คือ สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วนรวมถึงยกเหตุผลและหลักฐานสนับสนุนได้อย่างเหมาะสมแค่บางส่วนเท่านั้น จึงเกิดความต้องการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้นำความสามารถไปใช้ประโยชน์ทั้งในด้านการเรียน การรับข่าวสาร ตลอดจนการทำงานในอนาคต

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษากรอบแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักการศึกษา และพบว่ามีความหลากหลายและแตกต่างกัน แต่ที่ได้รับการยอมรับทั่วไปมักจะเป็นแนวคิดของ Ennis (1989) ที่ได้แบ่งการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณออกเป็น 4 วิธี ได้แก่ แบบทั่วไป (Generic) เน้นการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นจุดประสงค์หลัก แบบซึมซับ (Immersion) เน้นพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบเป็นนัยร่วมกับเนื้อหา รายวิชาหลัก แบบสอดแทรก (Infusion) เน้นพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบเป็นชัดแจ้งร่วมกับเนื้อหา รายวิชาหลัก และแบบผสม (Mixed) เน้นพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่แยกช่วงออกจากการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาหลัก อย่างไรก็ตามพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรก (Infusion) เป็นอีกหนึ่งวิธีที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาการคิดอย่างมี วิจารณญาณในระดับที่สูงขึ้นได้เพราะเป็นพัฒนาแบบชัดแจ้ง (Explicit) จึงสามารถแสดงให้เห็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ อย่างชัดเจน ซึ่งในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้สอนสามารถสอดแทรกหลักการ ทักษะ และคุณลักษณะของการคิดอย่างมี วิจารณญาณร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาหลักได้พร้อมกัน ทั้งนี้เนื้อหาวิชาหลักควรมีความลึก ซึ้ง และต้องใช้ ความคิดในการเรียนรู้มากพอ เพื่อที่จะสามารถกระตุ้นให้นักเรียนฝึกคิดในระหว่างการเรียนรู้ได้ (Abrami et al., 2015) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรกจึงเป็นอีกหลักการสำคัญที่นำมาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้

เนื่องจากการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณถูกศึกษามาอย่างยาวนาน จึงมีการศึกษาในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่นำมาใช้ในห้องเรียนอย่างหลากหลาย เช่น การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) (Ernst and Monroe, 2006) การเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) (Wang et al., 2017) และ การเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) (Tiwari et al., 2006) ทั้งสามวิธีมีลักษณะคล้ายกัน คือ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมี วิจารณญาณผ่านกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้พิจารณาสถานการณ์หรือปัญหาในชีวิตประจำวัน ลงมือปฏิบัติหรือค้นคว้าข้อมูล ตลอดจนวิเคราะห์ ประเมิน และสรุปเป็นองค์ความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา แต่ยังคงงานวิจัยน้อยชิ้นที่มุ่งนำวิธีการเรียนรู้ ข้างต้นมาผนวกกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM) ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) วิศวกรรม (Engineering) เทคโนโลยี (Technology) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยเน้นการ นำความรู้ไปพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง ไม่เน้นการท่องจำแต่เน้นการสร้างความรู้ความเข้าใจผ่าน การปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด การตั้งคำถาม การแก้ปัญหา การหาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ พร้อมทั้งนำความรู้ความเข้าใจไปใช้บูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ (สะเต็มศึกษา ประเทศไทย, 2557; Bybee, 2010; Duran & Sendag, 2012; Mutakinati et al., 2018) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกการใช้ปัญหาเป็นฐานภายใต้กรอบแนวคิดสะเต็มเป็นวิธี หลักในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณตลอดกระบวนการระบุปัญหาที่มีความสำคัญต่อการ ดำเนินชีวิต สร้างความรู้เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา และสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหานั้น เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา ไปพร้อม กับพัฒนาการคิดและทักษะอื่นที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในยุคปัจจุบัน

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานภายใต้กรอบแนวคิดสะเต็ม (STEM - PBL) ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรก (Infusion) ซึ่งเป็นแนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบชัด แจ้งร่วมกับการสอนเนื้อหาวิชาหลักไปในคราวเดียวกัน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเนื้อหาวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส โดยใช้รูปแบบการวิจัยประเภทการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research : CAR) ซึ่งเน้นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในห้องเรียน ผ่านวงจรการวางแผน ปฏิบัติ สังเกต และสะท้อนคิด ทำซ้ำจนกว่าจะได้แนวทางที่ชัดเจนหรือแก้ปัญหาได้สำเร็จ ซึ่งช่วยให้ครูผู้สอนได้พัฒนานักเรียนรวมถึงตนเอง ตลอดการทำการวิจัยอีกด้วย

■ จุดประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรกผนวกกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานภายใต้กรอบแนวคิดสะเต็มเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 2) เพื่อศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรกผนวกกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานภายใต้กรอบแนวคิดสะเต็ม

■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กรอบแนวคิดการวิจัย

1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ กระบวนการคิดที่ประกอบด้วยการวิเคราะห์ การประเมิน และการสรุปอ้างอิง ร่วมกับหลักฐานที่เหมาะสมและน่าเชื่อถือเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจหรือการแก้ปัญหาที่เหมาะสม โดยที่ผู้คิดมีการรับรู้ถึงกระบวนการคิดของตนเองและสามารถตัดสินรวมถึงประเมินการคิดของตนเองได้เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการคิดให้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยเลือก 4 องค์ประกอบสำคัญตามกรอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ Dwyer (2014) แต่ละองค์ประกอบมีพฤติกรรมบ่งชี้ดังนี้ 1. การวิเคราะห์ นักเรียนมีความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างข้อความหรือองค์ประกอบในสถานการณ์ รวมถึงสรุปประเด็นปัญหาหรือข้อโต้แย้งให้เห็นเด่นชัดและมีเหตุผลจากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนด 2. การประเมิน นักเรียนมีความสามารถในการจำแนกว่าการอ้างเหตุผลในข้อใดเป็นการอ้างเหตุผลที่น่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถือ เมื่อพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างเหตุผลที่กล่าวอ้างกับข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนด 3. การสรุปอ้างอิง นักเรียนมีความสามารถในการระบุองค์ประกอบที่จำเป็นเพื่อนำมาสร้างเป็นข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ โดยมีการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปที่คาดคะเนขึ้นกับข้อมูลหลักฐานหรือสถานการณ์ที่กำหนด 4. การตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติและข้อจำกัดของการคิดของตนเองเมื่อพิจารณาภายใต้หลักฐานที่มีอยู่ โดยสามารถบอกได้ว่าสิ่งเหล่านี้ส่งผลกับการตัดสินใจและการให้เหตุผลอย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรก (Infusion) ผนวกกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานภายใต้กรอบแนวคิดสะเต็ม (STEM – PBL) โดยมีลักษณะสำคัญ ดังต่อไปนี้ 1. มีการบูรณาการความรู้และทักษะวิชา STEM ครบทั้ง 4 ศาสตร์ 2. มีการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 3. ใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย 4. การจัดการเรียนรู้มีการพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 5. ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบ Active learning 6. ผู้เรียนมีการทำงานแบบกลุ่มย่อยเพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 7. ผู้เรียนเรียนรู้จากการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ หากแบ่งกิจกรรมเป็นขั้นสามารถแบ่งออกเป็น 6 ขั้น มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

รายละเอียดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นของ STEM-PBL

ขั้นของ STEM - PBL	กิจกรรมการเรียนรู้ (ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่พัฒนา)
ขั้นที่ 1 ศึกษา สถานการณ์และระบุ ปัญหา	นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ถึงสาเหตุ ข้อเท็จจริง ข้อจำกัดของสถานการณ์ และ “ระดมสมอง” เพื่อวิเคราะห์ประเด็นปัญหาจากความรู้เดิมและสรุปอ้างอิงถึงวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด (การวิเคราะห์, การตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ)
ขั้นที่ 2 ระบุเป้าหมาย การเรียนรู้และ รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม	นักเรียนระบุเป้าหมายการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับปัญหา เรียนรู้ตามเป้าหมาย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่มเกี่ยวกับความรู้ที่ได้รับ ครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนและใช้คำถามกระตุ้นการคิดอยู่ตลอด ระหว่างการเรียนรู้นักเรียนจะได้ฝึกวิเคราะห์ และประเมินข้อมูลที่ได้จากแหล่งความรู้หรือการทดลองมาสรุปเป็นแนวคิดหรือหลักการเกี่ยวกับความรู้นั้น ๆ เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (การวิเคราะห์, การประเมิน, การสรุปอ้างอิง, การตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ)
ขั้นที่ 3 วิเคราะห์และ ประเมินข้อมูลหรือ ความรู้ที่ได้	นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และประเมินความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว และให้คอยให้ข้อเสนอแนะหากมีกลุ่มที่มีข้อสงสัยหรือมีกลุ่มที่ยังขาดตกประเด็นไหนไป (การวิเคราะห์, การประเมิน, การตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ)
ขั้นที่ 4 ออกแบบ วิธีการแก้ปัญหาและ ดำเนินการแก้ปัญหา	นักเรียนใช้ความรู้ในการออกแบบ สร้าง และทดสอบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาภายใต้ข้อจำกัดของสถานการณ์ ครูคอยเดินสังเกตและใช้คำถามให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการประเมินถึงข้อจำกัดของสถานการณ์และให้เหตุผลสนับสนุนการตัดสินใจของตนเองได้ (การวิเคราะห์, การสรุปอ้างอิง, การตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ)
ขั้นที่ 5 นำเสนอ วิธีการแก้ปัญหา ประเมิน และสะท้อน ความคิด	ครูและนักเรียนร่วมกันทำข้อตกลงเกี่ยวกับการนำเสนอชิ้นงานและวิธีแก้ไขปัญหา ในระหว่างที่มีการนำเสนอครูมีการกระตุ้นให้นักเรียนในห้องได้คิด และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ แนวทางการพัฒนาชิ้นงานและวิธีแก้ปัญหา และการนำไปประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวัน (การสรุปอ้างอิง, การประเมิน, การตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ)
ขั้นที่ 6 การสอนการ คิดอย่างมี วิจารณญาณ	ครูจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบขัดแย้งผ่านการใช้คำถามตัวอย่างและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นกลุ่ม รวมถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียน (การวิเคราะห์, การสรุปอ้างอิง, การประเมิน, การตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ)

■ วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยประเภทการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research : CAR) เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากครูใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ผ่านการเก็บข้อมูล และสะท้อนความคิดเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อ้างอิงตามกรอบการปฏิบัติงานของ Kemmis and McTaggart (1988) มีวงรอบการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นการวางแผน (Plan) สำรวจความต้องการจำเป็น ทบทวนวรรณกรรม สังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ ออกแบบกิจกรรมและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องกรด - เบส 2. ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้อย่างรอบคอบ 3. ขั้นการสังเกต (Observe) สังเกตและบันทึกประเด็นที่น่าสนใจระหว่าง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การบันทึกวิดีโอร่วมเพื่อช่วยให้เก็บประเด็นได้ครบถ้วนมากขึ้น 4. ขั้นการสะท้อนคิด (Reflect) สะท้อนความคิดเกี่ยวกับผลการปฏิบัติงานในประเด็นแนวทางและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้น ลงในบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ สะท้อนว่าผลของการปฏิบัติงานนั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ สิ่งใดที่ดีอยู่แล้ว และสิ่งใดที่ควรปรับปรุงให้ดีขึ้นในวงจรถัดไป

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

เก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน 29 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ห้องที่ผู้วิจัยปฏิบัติการสอน นักเรียนคละเทศและความสามารถ ทำการเก็บข้อมูลระหว่างเดือน ตุลาคม – ธันวาคม 2562 ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ในรายวิชาเคมี หน่วยการเรียนรู้เรื่องกรด - เบส มีการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 คาบเรียน ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน ประกอบไปด้วย 3 เนื้อหาย่อย ได้แก่ 1 สารละลายอิเล็กโทรไลต์ 2 อินดิเคเตอร์ 3 การประยุกต์ใช้กรดเบสในชีวิตประจำวัน

การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ อนุทินนักเรียน และใบกิจกรรมนักเรียน แล้วนำมาวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้โดยการตีความเพื่อหารูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลแบบอุปนัย (Inductive analysis) เพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีโดยมีลำดับในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด 4 รอบ รอบที่ 1 อ่านบันทึกการจัดการเรียนรู้ อนุทินนักเรียน และ ใบกิจกรรมของนักเรียนอย่างละเอียด แล้วลงบันทึกย่อทุกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ รอบที่ 2 การลงรหัส (Code) โดยการให้รหัสแสดงการกระทำรวมถึงผลของการกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความกระชับเพื่อให้ง่ายต่อการหารูปแบบความสัมพันธ์เมื่อมีข้อมูลจำนวนมากขึ้น รอบที่ 3 ทำการคัดเลือกรหัสที่มีความสัมพันธ์กันมาสรุปเป็นลักษณะ (Categories) โดยการสรุปลักษณะที่ดีควรมีการแสดงรหัสสั้นๆ อย่างมีรูปแบบเพื่อให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือของการวิเคราะห์ข้อมูล รอบที่ 4 นำลักษณะมาสังเคราะห์เป็นประเด็น (Theme) นำเสนอให้เห็นถึงรายละเอียดของการกระทำและผลของการกระทำในประเด็นที่เราศึกษาอย่างชัดเจน ดังที่แสดงในตาราง 2 การวิเคราะห์ข้อมูลผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและปรับแก้ให้มีความเหมาะสมมากขึ้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาและเพื่อนผู้วิพากษ์จำนวน 3 คน

2. การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นรูปแบบคำถามปลายเปิด จำนวน 8 ข้อ วัด 4 องค์ประกอบย่อยของการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นเวลา 2 คาบเรียน รวมเวลา 100 นาที โดยใช้แบบวัดฉบับเดียวกัน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านคำตอบของนักเรียนทุกข้ออย่างละเอียด ตรวจสอบให้คะแนนตามมาตราส่วนรูบริกที่ตั้งไว้ ซึ่งแบ่งระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับสูง 3 คะแนน นักเรียนสามารถแสดงลักษณะของแต่ละองค์ประกอบย่อยร่วมกับหลักฐานและเหตุผลอย่างครบถ้วน สอดคล้อง และสมเหตุสมผลเกือบทุกประเด็น ระดับกลาง 2 คะแนน นักเรียนสามารถแสดงลักษณะของแต่ละองค์ประกอบย่อย ร่วมกับหลักฐานและเหตุผลครบถ้วนโดยอาจยกไม่ครบทุกประเด็น หรือไม่มีความสอดคล้องหรือสมเหตุสมผลไปบางประเด็น และระดับต่ำ 1 คะแนน นักเรียนสามารถแสดงลักษณะของแต่ละองค์ประกอบย่อยร่วมกับแสดงหลักฐานและเหตุผลได้แค่บางประเด็น หรือไม่สามารถแสดงลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้เลย

■ ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

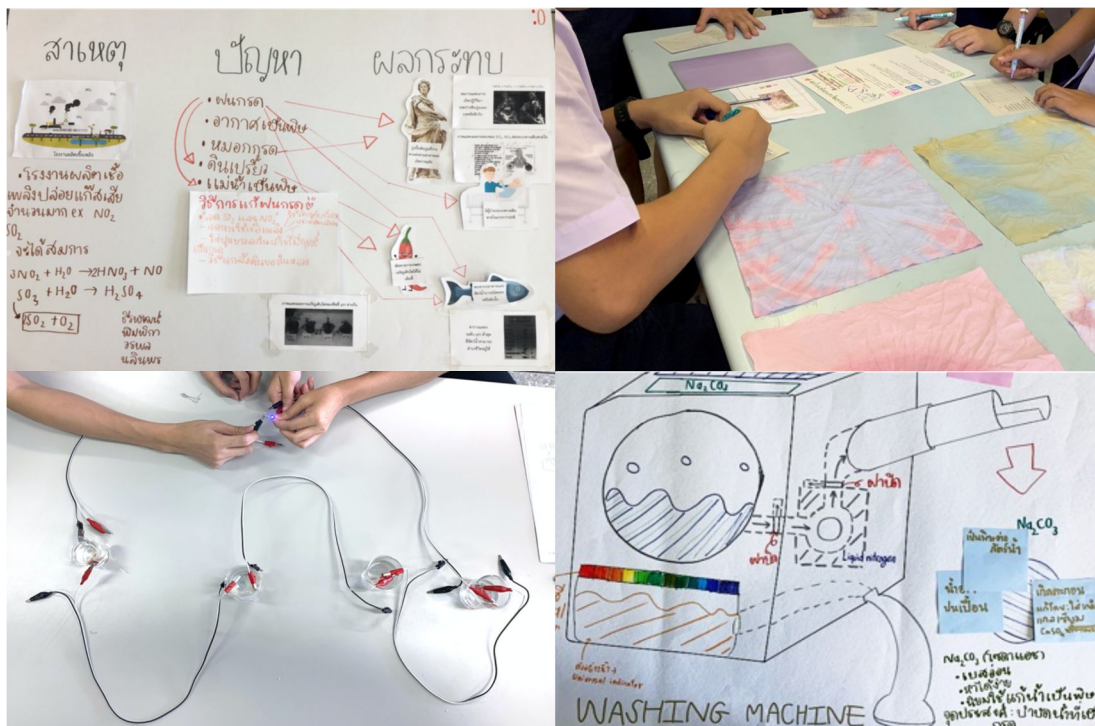
ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรกผนวกกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานภายใต้กรอบแนวคิดเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบ่งการรายงานแนวทางการจัดการเรียนรู้ได้ 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

ประเด็นที่ 1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาและกิจกรรมเสริมที่มีความซับซ้อนแต่มีขอบเขตและข้อจำกัดรัดกุม ร่วมกับการกระตุ้นให้นักเรียนมีการวางแผนเพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์และสรุปอ้างอิง ในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาควรมีความน่าสนใจ ใกล้ตัว ซับซ้อน เพื่อให้บทเรียนมีความน่าสนใจ รวมถึงมีข้อจำกัดและขอบเขตรัดกุม รวมถึงมีข้อมูลสนับสนุนมากพอให้นักเรียนได้ใช้ในการวิเคราะห์และสรุปอ้างอิงได้อย่างเหมาะสมและตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ครูให้สถานการณ์ปัญหาโดยให้นักเรียนสวมบทบาททนายวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในหมู่บ้านแห่งหนึ่ง โดยนักเรียนได้รับข้อมูลผลกระทบของฝนกรดในหมู่บ้าน รวมถึงข้อมูลสารพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม หลังจากนั้นนักเรียนจึงได้ร่วมกันวิเคราะห์และสรุปสาเหตุของปัญหาดังแสดงในภาพ 1 และใช้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวออกแบบเครื่องมือเพื่อแก้ปัญหาฝนกรดโดยใช้ความรู้เรื่องกรด-เบสที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้ นอกจากนี้ในขั้นที่ 4 ขึ้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหา ควรมีการให้ความสำคัญกับการออกแบบก่อนการปฏิบัติจริงโดยแยกช่วงการออกแบบและช่วงทำกิจกรรมอื่นออกอย่างชัดเจนและให้เวลานักเรียนอย่างเหมาะสมเพื่อให้นักเรียนทุกกลุ่มได้ออกแบบก่อนร่วมกิจกรรม นอกจากนี้ควรให้พื้นที่หรือสื่อการสอนที่ส่งเสริมการออกแบบ เช่น ใบกิจกรรมที่ให้พื้นที่สำหรับให้นักเรียนออกแบบพร้อมระบุเหตุผล พบว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุและสรุปวิธีการแก้ปัญหาทั้งจากสถานการณ์และปัญหาที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมได้ดีขึ้น และในระหว่างออกแบบนักเรียนยังได้ฝึกหาเหตุผลสนับสนุนที่เหมาะสมกับขอบเขตและข้อจำกัดจากข้อมูลที่มีก่อนเริ่มสร้างข้อสรุปหรือวิธีแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์และสรุปอ้างอิงได้ดีขึ้น

ประเด็นที่ 2 การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลงานผ่านการเวียนฐานโดยที่ต้องมีการให้ข้อเสนอแนะระหว่างผู้นำเสนอและผู้รับฟังทบทวนในประเด็นที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้เกิดการประเมินและการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ ในขั้นที่ 5 เป็นขั้นที่จะต้องนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ประเมิน และสะท้อนคิด เพื่อให้เกิดการประเมินและการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ กิจกรรมในขั้นนี้ควรมีการพูดคุยเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและคำถามที่ใช้ในระหว่างการนำเสนอ ก่อนช่วงนำเสนอจริง เช่น ให้นักเรียนร่วมกันเสนอเกณฑ์ที่จะใช้ในการนำเสนอผลงานของเพื่อน ให้นักเรียนยกตัวอย่างคำถามที่ควรถามและตามด้วยครูแนะนำคำถามที่เหมาะสม ซึ่งคำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามที่เน้นให้เกิดการปรับปรุง และสะท้อนคิดเกี่ยวกับผลงานของผู้นำเสนอ เช่น “ทำไมจึงเลือกใช้สารนี้เป็นส่วนประกอบของชิ้นงาน” “จุดดี จุดด้อยของชิ้นงานของนักเรียนคืออะไร ทราบได้อย่างไร” “ชิ้นงานที่ออกแบบมีความปลอดภัยมากน้อยแค่ไหน” “จะพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองได้อย่างไรบ้าง” นอกจากนี้ควรใช้การนำเสนอแบบเวียนฐานโดยที่ให้นักเรียนมีตัวแทนหมุนเวียนกันมาเข้าฐาน และควรมีเงื่อนไขให้ผู้ฟังแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้นำเสนอ เช่น ให้นักเรียนประเมินผลงานและการตอบคำถามของเพื่อนที่นำเสนอ หรือให้นักเรียนเขียนคำถามหรือข้อเสนอแนะลงในกระดาษโน้ตแล้วแปะลงในผลงานของผู้นำเสนอ การนำเสนอในรูปแบบนี้ทำให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานตนเอง ตอบคำถาม รวมถึงได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับครูและเพื่อนกลุ่มอื่นในห้องอย่างเหมาะสม เพื่อตอบข้อสงสัยและนำแนวคิดหรือข้อเสนอแนะที่ได้ไปหาแนวทางปรับปรุงชิ้นงานต่อไป ซึ่งนอกจากนี้ระหว่างที่มีการนำเสนอ นักเรียนจะได้ฝึกประเมินความน่าเชื่อถือของชิ้นงานเพื่อน และได้ฝึกการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ ผ่านการทบทวนชิ้นงานของตนเอง ได้ทราบข้อดี ข้อเสีย รวมถึงแนวทางการปรับปรุงชิ้นงานของตนเองให้ดีขึ้น

ประเด็นที่ 3 การจัดการเรียนรู้ที่มีช่วงการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบขัดแย้งผ่านการใช้ตัวอย่างคำถามและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน การสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบขัดแย้งโดยการตั้งคำถามให้ช่วยกันตอบคำถามเป็นกลุ่ม ยกตัวอย่างและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันทั้งห้อง รวมถึงการสรุปประเด็นเป็นวิธีการสอนที่ทำให้ให้นักเรียนส่วนใหญ่ได้ทราบหลักการและแนวทางในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละองค์ประกอบได้ดี ผ่านการได้ลองคิด ลองผิดลองถูกและปรับแนวคิดเมื่อรับฟังเพื่อนและครู โดยที่ไม่ต้องท่องจำ เช่น ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดว่า “การคิดอย่างมีวิจารณญาณในความหมายของนักเรียนคืออะไร” แล้วให้แต่ละกลุ่มเสนอและมาร่วมกันแสดงความคิดเห็นก่อนที่จะลงข้อสรุป หลังจากนั้นครูได้ใช้การจัดการเรียนรู้ลักษณะเช่นเดียวกับกับคำถามว่า “กิจกรรมที่ผ่านมามีขั้นตอนใดบ้างที่ใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ” จากบันทึกหลังการสอนพบว่านักเรียนมีการแสดงออกถึงการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้มากขึ้นกว่าก่อนเรียนแบบขัดแย้งจริง แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการแยกสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบขัดแย้งไว้ในชั้นที่ 6 ทำให้นักเรียนมีความเหนื่อยล้าจากกิจกรรมในชั้นร่วมกับเนื้อหาการคิดที่มีความเข้มข้นอื่นจึงอาจไม่สามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ ดังนั้น จึงปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนใหม่ โดยการสอดแทรกแบบฝึกหัดและหลักการไว้ในชั้นอื่น ๆ เช่น ระหว่างวิเคราะห์สถานการณ์ ระหว่างหาและสรุปองค์ความรู้ ระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม รวมถึงควรผสานโจทย์การคิดอย่างมีวิจารณญาณและโจทย์หลักการเคมีไว้ในข้อเดียวกันเพื่อให้ได้ประโยชน์สองด้านอีกด้วย



ภาพที่ 1. กิจกรรม STEM-PBL: ผลงานนักเรียนที่แสดงให้เห็นการหาความสัมพันธ์ของ สาเหตุ ปัญหา และผลกระทบของสถานการณ์ ในแผนที่ 3 (บนซ้าย); นักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าเคมีให้มีกระแสไฟฟ้ามากพอเพื่อให้ไฟ LED สว่างในแผนที่ 1 (ล่างซ้าย); กิจกรรมการนำเสนอผ่านการจัดนิทรรศการในแผนที่ 2 (บนขวา); ชิ้นงานหลังจากการนำเสนอในแผนที่ 3 (ล่างขวา)

หลังจากที่เก็บข้อมูลและสะท้อนสิ่งที่เกิดขึ้นจากทั้งสามแผนการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้พบปัญหาและพยายามปรับเปลี่ยนและเพิ่มรายละเอียดแต่ละกิจกรรมเพื่อให้เกิดการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้อ่านมีความกระจ่างในแนวทางการจัดการเรียนรู้ STEM – PBL มากขึ้น จึงทำการสรุปประเด็นการเปลี่ยนแปลงจากกรอบเดิมที่ได้จากการทบทวน

วรรณกรรมมาเป็นกรอบใหม่ที่ได้จากการนำไปใช้จริง โดยมีการให้รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานการณ์ การออกแบบ การนำเสนอ และการสะท้อนคิด ปรับให้สอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบชัดแจ้งผ่านการสอดแทรกเนื้อหาการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ในขั้นที่ 1 – 5 ให้สอดคล้องบริบทและเนื้อหาในแต่ละกิจกรรม หลังจากนั้นจึงสรุปประเด็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณเนื้อหาหลัก และประเด็นอื่นในขั้นที่ 6 คือ ขั้นสะท้อนคิด

ผลการวิจัยเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรกผนวกกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานภายใต้กรอบแนวคิดสะเต็ม เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในภาพรวมก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้นเป็นระดับสูงทั้งในภาพรวมและในองค์ประกอบการวิเคราะห์ การสรุปอ้างอิง และการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ อย่างไรก็ตามพบว่าหลังเรียนนักเรียนยังมีทักษะการประเมินอยู่ในระดับกลางและมีระดับค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเดิมไม่มาก ดังแสดงในตาราง 2 เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของแต่ละองค์ประกอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าร้อยละของนักเรียนที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูงเพิ่มขึ้นทุกองค์ประกอบอย่างเห็นได้ชัด ส่วนนักเรียนที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับกลางลดลง มี 3 องค์ประกอบได้แก่ การวิเคราะห์ การประเมินและการสรุปอ้างอิง ส่วนการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนนักเรียนที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำส่วนมากมีแนวโน้มลดลง ได้แก่ การวิเคราะห์ การสรุปอ้างอิง และการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ ยกเว้นองค์ประกอบ การประเมินที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 2

แสดงจำนวนร้อยละของระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณและค่าเฉลี่ยระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

องค์ประกอบ	ข้อที่	คะแนน	ร้อยละ		คะแนนเฉลี่ย	
			ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
การวิเคราะห์	1, 2	ระดับสูง	27.59	46.55	1.88	2.19
		ระดับกลาง	32.76	25.86		
		ระดับต่ำ	39.66	27.59		
การประเมิน	3, 8	ระดับสูง	8.62	17.24	1.71	1.76
		ระดับกลาง	53.45	41.38		
		ระดับต่ำ	37.93	41.38		
การสรุปอ้างอิง	5, 6	ระดับสูง	36.21	46.55	2.14	2.33
		ระดับกลาง	41.38	39.66		
		ระดับต่ำ	22.41	13.79		
การตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ	4, 7	ระดับสูง	32.76	44.83	1.91	2.24
		ระดับกลาง	25.86	34.48		
		ระดับต่ำ	41.38	20.69		

เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดในแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่าในการวิเคราะห์และการสรุปอ้างอิงพบว่านักเรียนระบุความสัมพันธ์ในแต่ละองค์ประกอบได้ดีขึ้นและสร้างข้อสรุปได้ครอบคลุมมากขึ้นโดยที่ยกหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้องมาตอบน้อยลง

ส่วนในด้านการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ พบว่านักเรียนสามารถตัดสินใจความคิดของตนเอง โดยการระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของการคิด รวมถึงสามารถบอกแนวทางการปรับปรุงการคิดของตนเองพร้อมกับยกหลักฐานประกอบได้เหมาะสมมากขึ้น แต่ยังมี การยกประเด็นอื่นที่นอกเหนือจากข้อมูลที่ให้ไว้อยู่บ้าง ส่วนในทักษะการประเมินถึงแม้ว่าส่วนใหญ่สามารถแยกส่วนที่ น่าเชื่อถือและไม่น่าเชื่อถือของข้อความได้ถูกต้องมากขึ้น และมีการอ้างอิงข้อมูลหลักฐานมากขึ้นจากก่อนหน้านี้ที่นักเรียนมัก ตอบจากความเชื่อเดิมของตนเอง แต่พบว่ามีนักเรียนบางส่วนที่ยังยกเหตุผลที่นอกเหนือจากวัตถุประสงค์ของคำถามมา สนับสนุนคำตอบของตนเอง ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนแสดงดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3

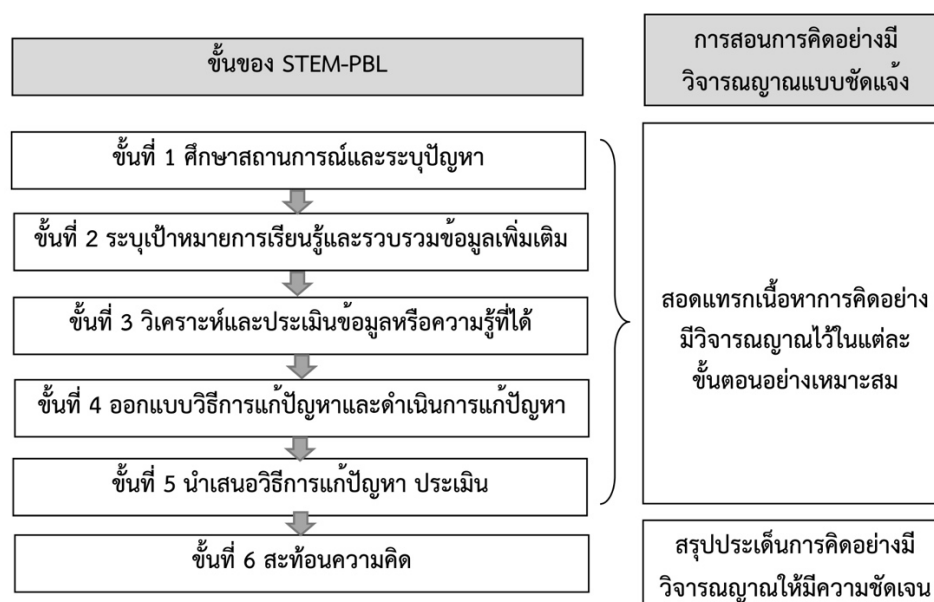
แสดงการตอบคำถามของนักเรียนจากแบบวัดการคิดก่อนเรียนและหลังเรียนผลการวิจัย

คำถามข้อที่ 1 (การวิเคราะห์)	
จากบทความด้านบนนักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเกิดจากสาเหตุใด และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อมอย่างไร พร้อมบอกเหตุผลสนับสนุนคำตอบของตนเอง	
คำตอบก่อนเรียนของนักเรียนรหัส S21 - “ฉันคิดว่าการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกิดจากสาเหตุความมั่งคั่ง และการเห็นแต่ประโยชน์ส่วนตนของมนุษย์ คือ สร้างสิ่ง ต่าง ๆ มาเพื่อความสะดวกสบายของเผ่าพันธุ์มนุษย์เอง ไม่ คิดถึงสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ หรือสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ว่าจะได้รับ ผลเสียอย่างไร มากน้อยเพียงใด เช่น พลาสติกดังบทความ ที่เกิดความสะดวกกับมนุษย์และมนุษย์ก็ทิ้งมันเมื่อหมด ประโยชน์ไปสร้างผลเสียให้กับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในทะเล รวมถึงกลายเป็นขยะสิ่งแวดล้อม”	คำตอบหลังเรียนของนักเรียนรหัส S21 - “เกิดจากการปล่อย CO ₂ จากขยะพลาสติก ซึ่งเป็นแก๊สสำคัญที่ส่งผลให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศมาก ส่งผลกระทบต่อ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมจากการที่อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น น้ำแข็งที่ละลาย สัตว์ทั่วโลกไม่มีที่อยู่เกิดปะการังฟอกขาว และ เกิดไฟป่าได้ง่ายขึ้น”
ระดับต่ำ – คำตอบและเหตุผลไม่ถูกต้องครบถ้วนและเกิด จากความอคติ รวมถึงมีการยกตัวอย่างหลักฐานสนับสนุน คำตอบที่จำกัด	ระดับสูง - คำตอบครอบคลุมครบทุกประเด็นคำถาม รวมถึง สามารถยกเหตุผลและหลักฐานสนับสนุนได้สอดคล้อง และ เหมาะสม
คำถามข้อที่ 3 (การประเมิน)	
บริษัท ก เป็นบริษัทรับกำจัดขยะพลาสติก ได้โฆษณาไว้บนเว็บไซต์ของบริษัทโดยการโพสต์ข้อความพร้อมกับแสดงข้อมูล รายงานอัตราการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของการกำจัดประเภทต่าง ๆ เช่นเดียวกับ ที่แสดงด้านบนจากแนวทางการ แก้ปัญหาที่ 1 นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับข้อความโฆษณาดังกล่าว พร้อมบอกเหตุผล	
คำตอบก่อนเรียนของนักเรียนรหัส S17 - “ไม่ เพราะจาก ข้อมูลได้บอกว่า วิธีการฝังกลบไม่ใช่วิธีที่ลดปริมาณ CO ₂ ในอากาศได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะจากตารางที่ 1 การฝังกลบปล่อย CO ₂ เข้าไปในสภาพอากาศแบบ 100 % ทำให้การฝังกลบไม่ได้ลด CO ₂ ในบรรยากาศเลย”	คำตอบหลังเรียนของนักเรียนรหัส S17 - “จากตารางที่ 1 จะ เห็นได้ว่า วิธีการที่ปล่อย CO ₂ ได้น้อยที่สุดคือ recycle ทำให้ ไม่เห็นด้วยกับข้อความโฆษณาดังกล่าว”
ระดับกลาง – คำตอบแสดงให้เห็นการประเมินที่ถูกต้อง แต่ยังไม่มีการยกเหตุผลสนับสนุนไม่ครอบคลุมทุกประเด็น และยังมีบางส่วนไม่เหมาะสม	ระดับกลาง - คำตอบแสดงให้เห็นการประเมินที่ถูกต้อง แต่ยัง มีการยกเหตุผลสนับสนุนไม่ครอบคลุมทุกประเด็น

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนส่วนใหญ่เพิ่มขึ้น เนื่องจากนักเรียนสามารถยกข้อมูลมาสนับสนุนได้อย่างถูกต้องเหมาะสมมากขึ้น ไม่ใช่แค่การวิเคราะห์ และการสรุปอ้างอิง แต่ยังรวมถึงการตัดสินใจ ใคร่ครวญอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยพบว่าการประเมินเป็นทักษะที่พัฒนาได้น้อย ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ Duran and Sendag (2012) ในทางกลับกันพบว่าในงานวิจัยสามารถพัฒนาการประเมินได้ไม่ด้นักแต่พัฒนาทักษะอื่น ๆ ได้มาก (ธวัช ยะสุคำ และ ศักดิ์ศรี สุภาขร., 2555; พงศธร ปัญญาณุกิจ, 2562) ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณแต่ละทักษะย่อยขึ้นอยู่กับความยากของแต่ละทักษะย่อยและความแตกต่างของวิธีการจัดการเรียนรู้ (Tiwari et al., 2006; Duran & Sendag, 2012)

ในด้านการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรกผนวกกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานภายใต้กรอบแนวคิดสะเต็มเป็นวิธีการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งกรอบแนวคิดการสอนหลังจากสะท้อนและปรับแก้แสดงดังภาพ 2 การสอนแบบสอดแทรกเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณครั้งนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบขัดแย้งพัฒนาทักษะย่อยของการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างชัดเจนเนื่องจากนักเรียนจะมีสติรับรู้ว่าควรใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณเมื่อไหร่และตอนไหนบ้าง (Abrami et al., 2015; Tiruneh et al., 2018) ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ Zohar (1994) นอกจากนี้ผู้วิจัยยังมีความเห็นว่าการสอนแบบสอดแทรกอาจส่งเสริมการพัฒนาการตัดสินใจใคร่ครวญได้เป็นอย่างดีดีกว่าการสอนแบบเป็นนัย เนื่องจากการสอนแบบขัดแย้งจะทำให้ นักเรียนได้พบทวนการคิดทำให้เห็นถึงธรรมชาติการคิดตนเองและแนวทางการพัฒนาการคิดของตนเองในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรม แต่อย่างไรก็ตามยังมีบางงานวิจัยที่ผลการจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรกไม่ต่างกับการสอนแบบซึมซับและสอนแบบทั่วไปเช่น งานของ Tiruneh et al. (2018) เนื่องจากเงื่อนไขของเวลาและจำนวนสถานการณ์ตัวอย่างที่จำกัด ดังนั้นถึงแม้ว่าการสอนแบบสอดแทรกจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ แต่การออกแบบการสอนอย่างรัดกุมก็ยังคงเป็นอีกปัจจัยสำคัญในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ดี



ภาพที่ 2. การจัดการเรียนรู้แบบสอดแทรกผนวกกับการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ปัญหาเป็นฐานภายใต้กรอบแนวคิดสะเต็ม (STEM - PBL) ปรับหลังจากนำไปใช้จริง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานภายใต้กรอบแนวคิดสะเต็มครั้งนี้เน้นให้มีการใช้สถานการณ์ที่เหมาะสม มีช่วงการออกแบบที่ชัดเจน และเน้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่มในชั้นการนำเสนอผลงาน โดยสถานการณ์ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันของนักเรียนทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดมากขึ้น ซึ่งตรงกับที่ได้กล่าวไว้ในงานของ Ernst and Monroe (2006) Tiwari et al (2006) และงานของ Duran and Sendag (2012) การออกแบบถือเป็นอีกหนึ่งขั้นตอนที่สำคัญของสะเต็มศึกษา โดยการแบ่งช่วงเวลาการออกแบบอย่างความชัดเจนและเหมาะสม ตลอดจนการให้ใบกิจกรรมที่ส่งเสริมการออกแบบ จะช่วยให้นักเรียนได้จัดลำดับความคิดและเลือกการกระทำอย่างรอบคอบโดยมีข้อมูลและเหตุผลสนับสนุน ส่วนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนต่างกลุ่มจะทำให้นักเรียนมีมุมมองที่กว้างมากขึ้น (Ernst & Monroe, 2006) ซึ่ง Duit et al. (2008) ได้กล่าวไว้ว่าทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเชิงสังคมช่วยให้ทำให้นักเรียนมีมุมมองที่กว้างกว่าทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองแบบปกติ (Duit et al., 2008)

จะเห็นได้ว่าจุดเด่นของงานวิจัยชิ้นนี้คือเน้นพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนรู้ความสำคัญและพัฒนาได้อย่างลึกซึ้งและสามารถพัฒนาทักษะการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญซึ่งเป็นทักษะย่อยสำคัญในการพัฒนาความคิดของนักเรียน ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา รวมถึงปัญหาในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งทักษะการคิด การพัฒนาการคิดของตนเอง และการนำแนวทางการคิดรวมถึงความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับปัญหาในชีวิตประจำวันซึ่งถือว่าเป็นประโยชน์ในการเรียนและการใช้ชีวิตในอนาคตของนักเรียนเองอีกด้วย

■ ข้อจำกัดหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไปในการจัดการเรียนรู้โดยการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบสอดแทรก (*infusion*) ครูควรให้โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการยกคำถามตัวอย่างให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในห้องเรียน ควรพิจารณาโจทย์การคิดอย่างมีวิจารณญาณและหลักการเคมีไว้ในข้อเดียวกันพร้อมทั้งสอดแทรกโจทย์เหล่านี้ไว้ในแต่ละกิจกรรมอย่างเหมาะสม และมีช่วงสะท้อนคิดถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นอกจากนี้ในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้ปัญหาเป็นฐานหรือการสอนแบบสะเต็ม ควรมีการใช้สถานการณ์ที่มีความซับซ้อนแต่มีขอบเขตและข้อจำกัดรัดกุม มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้หรือให้ข้อมูลอย่างเพียงพอ ให้มีความสำคัญกับขั้นตอนการออกแบบ และเน้นให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดกับครูและเพื่อนโดยเฉพาะในชั้นการนำเสนอผลงาน

สำหรับข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งถัดไปจากผลการวิจัยพบว่าการประเมินยังคงเป็นองค์ประกอบนักเรียนพัฒนาได้น้อยเมื่อเทียบกับองค์ประกอบอื่น ดังนั้นจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจในการทำวิจัยเพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการประเมินอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การตัดสินใจใคร่ครวญในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะย่อยที่มีประโยชน์แต่ยังมีการศึกษาร่วมกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่มากนักจึงเสนอให้มีการศึกษาการพัฒนาทักษะย่อยนี้ต่อไป

■ กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นอย่างสูงที่ให้ทุนสนับสนุนการเรียนในระดับปริญญาโทจนทำให้เกิดงานวิจัยชิ้นนี้ขึ้น

References

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- ธวัช ยะสุคำ และ ศักดิ์ศรี สุภาพร. (2555). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 14(2), 23-33.
- พงศธร ปัญญาภิกิจ. (2562). การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 6 ขั้นตามแนวสะเต็มศึกษาในหัวข้อเรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภูธร สุคันธวิช และ มนสิข สิริสมบุญ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริงด้วยวิธีการทางประวัติศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 19(4), 188-199.
- สะเต็มศึกษา ประเทศไทย. (2557). *รู้จักสะเต็ม*. ค้นเมื่อ 16 มิถุนายน 2564, จาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=23
- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Waddington, D. I., Wade, C. A., & Persson, T. (2015). Strategies for teaching students to think critically: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 85(2), 275–314.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996.
- Che, F. S. (2002). Teaching critical thinking skills in a Hong Kong secondary school. *Asia Pacific Education Review*, 3(1), 83–91.
- Duit, R., Treagust, D., & Widodo, A. (2008). Teaching science for conceptual change: Theory and practice. *International Handbook of Research on Conceptual Change*, 629-646.
- Duran, M., & Sendag, S. (2012). A preliminary investigation into critical thinking skills of urban high school students: Role of an IT/STEM program. *Creative Education*, 3(02), 241–250.
- Dwyer, C. P., Hogan, M. J., & Stewart, I. (2014). An integrated critical thinking framework for the 21st century. *Thinking Skills and Creativity*, 12, 43–52.
- Ennis, R. H. (1989). Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research. *Educational Researcher*, 18(3), 4–10.
- Ernst, J., & Monroe, M. (2006). The effects of environment-based education on students' critical thinking skills and disposition toward critical thinking. *Environmental Education Research*, 12(3–4), 429–443.
- Kemmis, R., & McTaggart, S. (Eds.). (1988). *The action research planner*. (3rd ed.). UNSW Press.
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Kumano, Y. (2018). Analysis of students' critical thinking skill of middle school through STEM education Project-Based Learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54–65.
- Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st Century Learning*. Retrieved June 16, 2021, from <https://www.battelleforkids.org/networks/p21>

- Tiruneh, D. T., De Cock, M., & Elen, J. (2018). Designing learning environments for critical thinking: Examining effective instructional approaches. *International Journal of Science and Mathematics Education, 16*(6), 1065–1089.
- Tiwari, A., Lai, P., So, M., & Yuen, K. (2006). A comparison of the effects of problem-based learning and lecturing on the development of students' critical thinking. *Medical Education, 40*(6), 547–554.
- Wang, H.-H., Chen, H.-T., Lin, H.-S., Huang, Y.-N., & Hong, Z.-R. (2017). Longitudinal study of a cooperation-driven, socio-scientific issue intervention on promoting students' critical thinking and self-regulation in learning science. *International Journal of Science Education, 39*(15), 2002–2026.
- Wood, D. F. (2008). Problem based learning. *BMJ, 336*(7651), 971.
- Zohar, A., Weinberger, Y., & Tamir, P. (1994). The effect of the biology critical thinking project on the development of critical thinking. *Journal of Research in Science Teaching, 31*(2), 183–196.