****

**งานวิจัย**

**เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฎจักร์การเรียนรู้ของคอร์ป**

**ของ**

**นางสาวมนตรา พึ่งไพศาล**

**ตำแหน่ง ครู**

**โรงเรียนวัดพุทธบูชา**

**สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1**

**สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน**

**กระทรวงศึกษาธิการ**

**สารบัญ**

**สารบัญตาราง (ถ้ามี)**

**สารบัญภาพประกอบ (ถ้ามี)**

**บทที่ 1**

**บทนำ**

**ภูมิหลัง**

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่สองสอง พ.ศ. 2560 – 2562 ให้ความสำคัญกับพัฒนาเด็กวัยเรียนและวัยรุ่นให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ มีความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะการทำงานและการใช้ชีวิตที่พร้อมเข้าสู่ตลาดแรงงาน ดังนี้ 1) ปรับกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เด็กมีการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงสอดคล้องกับการพัฒนาการของสมองแต่ละช่วงวัย เน้นพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ด้านวิศวกรรม ด้านคณิตศาสตร์ ด้านศิลปะ และด้านภาษาต่างประเทศ 2) สนับสนุนให้เด็กเข้าร่วมกิจกรรมทั้งในและนอกห้องเรียนที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะชีวิตและทักษะการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง อาทิ การอ่าน การบำเพ็ญประโยชน์ทางสังคม การดูแลสุขภาพ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การวางแผนชีวิต

กระบวนการเรียนการสอนด้านสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้โดยใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เหล่านี้เข้าด้วยกันได้ สามารถประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านี้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนแบบหนึ่งในการผลิตคนแนวใหม่ให้พร้อมที่จะรับความเปลี่ยนแปลงของโลกอนาคต ในด้านเศรษฐกิจ วัฒนธรรม สังคม และเทคโนโลยี เพื่อช่วยพัฒนาประเทศในยุคแห่งการแข่งขันกับนานาชาติและก้าวให้ทันประเทศอื่น ๆ ในการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนและการเป็นประชาคมโลก ซึ่งสอดคล้องกับกมลฉัตร กล่อมอิ่ม (2559) ว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยจะพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 โดยมีกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลักๆดังนี้ 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นขั้นตอนที่เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์(Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Relate Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำคามเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว   
ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือการนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ(Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ 5) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2559)

ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ได้กล่าวบทบาทผู้เรียนไว้ดังนี้ 1) ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน 2) ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต 3) ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีสูงขึ้น 4) ผู้เรียนลงมือออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ท้าทายความรู้ความสามารถกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาโดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจเรียน ในส่วนบทบาทครูต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอน ดังนี้ 1) จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง 2) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน 3) จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ 4) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง 6) ผู้สอนเป็นโค้ช (Coach) 7) ผู้สอนเป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor) 8)ผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด สอดคล้องกับ   
จณาพิชญ์ อาสนาชัย และคณะ, (2556) ได้กล่าวไว้ว่าวิธีที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี จะต้องได้ฝึกการคิดสร้างความรู้ด้วยตนเอง รู้จักไตร่ตรองปัญหาร่วมกับผู้อื่นในระบบกลุ่ม ได้เผชิญปัญหาได้ลงมือปฏิบัติได้รับประสบการณ์ตรงและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของนักเรียนทั้งยังได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่ๆในการเรียนและมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่ดีขึ้น ซึ่งคอร์ป (Kolb D. A & Fry R. E, 1974, p. 27) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ว่าสามารถที่จะเริ่มจากจุดใดจุดหนึ่งและควรจะถูกพิจารณาเป็นวัฏจักรที่ต่อเนื่อง โดยกระบวนการจัดการเรียนการรู้เริ่มจากการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนประสบการณ์จริงเชิงรูปธรรม (Concrete experiences) ในวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป จากนั้นผู้เรียนจะตกผลึกความรู้จากประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มา ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนการสังเกตที่มีการไตร่ตรอง สะท้อนความคิด (reflective observation) โดยในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่เป็นกระบวนกร (facilitator) และให้ผลตอบกลับ (feedback) กลับ หลังจากกระบวนการนี้ ผู้เรียนจะตกผลึกความคิด ซึ่งตรงกับขั้นตอนของ abstract conceptualization และเมื่อนำไปทดลองทำ/ทดลองใช้ ซึ่งเป็นขั้นตอน active experimentationจะทราบถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้และนำสิ่งเหล่านี้ไปวางแผนการเรียนรู้ และวนกลับเข้าในวัฏจักรการเรียนรู้เดิมอีกครั้งหนึ่ง

ดังนั้นเมื่อบุคคลได้รับประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม (Concrete Experience) บุคคลจะเรียนรู้จากการสังเกตและการไตร่ตรอง (Reflective Observation) ประสบการณ์นั้นและสร้างความคิดรวบยอด (Abstract Conceptualization) ซึ่งบุคคลนั้นสามารถนำมาปรับใช้หรือทดลองใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ (Active Experimentation) อันก่อให้เกิดประสบการณ์ใหม่และเริ่มการเรียนรู้ ตามวัฏจักรในรอบใหม่ต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ (ทิศนา แขมมณี, 2551) อาจสรุปได้ว่า “การเรียนรู้คือกระบวนการที่ซึ่งความรู้ได้ถูกสร้างขึ้นจากการแปรเปลี่ยนประสบการณ์” ซึ่งสอดคล้องกับเสาวภา วิชาดี (2558) ที่กล่าวว่าการศึกษารูปแบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบประสบการณ์ ทำให้ผู้สอนเข้าใจผู้เรียนมากขึ้น สามารถใช้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลีลาการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นข้อมูลในการวางแผนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจต่อการเรียนมากที่สุด ดังนั้นในการจัดการสอนโดยยึดลีลาการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้น ผู้สอนจำเป็นต้องจัดการเรียนการสอนอย่างหลากหลาก เพื่อตอบสนองความต้องการ ความถนัด ความสนใจ ความสามารถของผู้เรียน โดยคำนึงถึงลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน ผู้เรียนจึงจะเกิดความสุขในการเรียน โดยที่ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันตามกระบวนการสอนสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ที่สามารถส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับอาทิตยา พูนเรือง (2559) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน โดยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากสภาพที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ปซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถและส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในการคิด การแก้ปัญหา และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้เพื่อตัดสินการแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีหลักการและเหตุผล ซึ่งยุทธวิธีในการฝึกให้บุคคลเกิดนิสัยต่างๆดังกล่าวมาข้างต้น จำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบด้านทักษะในการคิด ความรู้สึก การแก้ปัญหา การลงมือปฏิบัติ รวมทั้งลักษณะนิสัยที่ดีพร้อมในด้านต่างๆของผู้เรียน ซึ่งส่งผลให้เด็กเกิดความพร้อมในการเรียนรู้และสามารถแสดงออกมาได้ในทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ตามรูปแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาการตัดสินอย่างเป็นระบบ หากนำมาใช้ในการเรียนการสอน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบซึ่งสามารถส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น ตลอดจนสามารถนำไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เพื่อพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศชาติต่อไป

**คำถามการวิจัย**

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฎจักรการเรียนรู้ของคอร์ปหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้หรือไม่

**ความมุ่งหมายของการวิจัย**

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป

**ความสำคัญของการวิจัย**

ผลการวิจัยครั้งนี้จะได้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฎจักรการเรียนรู้ของคอร์ป ซึ่งเป็นแนวทางให้แก่ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มอื่น ๆ ในการออกแบบและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อมุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้เพื่อพัฒนาตนเองและส่งเสริมผู้เรียนตามแนวทางการปฏิรูปการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

**ขอบเขตของการวิจัย**

**ประชากรที่ใช้ในการวิจัย**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งมีโรงเรียนจำนวน 67 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 16,265 คน

**กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนวัดพุทธบูชา โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) มา 1 ห้องเรียนคือกลุ่มแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โดยมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 44 คน แบ่งเป็นนักเรียนชาย 19 คน และนักเรียนหญิง 25 คน กลุ่มตัวอย่างนี้ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป โดยที่สามารถส่งเสริมความสามารถและการพัฒนาตนเอง มุ่งเติมเต็มความรู้ความชำนาญและประสบการณ์ของผู้เรียนให้กว้างขวาง เพื่อการค้นพบความถนัดของตนเองได้ และเป็นห้องที่ผู้วิจัยสามารถทำการทดลองได้จบกระบวนการทดลองและรวบรวมข้อมูล

**ขอบเขตของเนื้อหา**

ขอบเขตของเนื้อหาที่ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ในสาระที่ 5 พลังงาน มาตรฐาน ว. 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์โดยใช้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกใช้เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เนื่องจากเป็นเรื่องที่มีปริมาณเนื้อหาที่เหมาะสมต่อการทำการทดลองและเนื้อหาเป็นเรื่องที่ยากต่อการถ่ายทอดความรู้โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นทฤษฎี ซึ่งมีหน่วย 5 หน่วยการเรียนย่อย ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความร้อน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แก๊สอุดมคติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 พลังงานภายในระบบ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การประยุกต์

**ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย**

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้เวลาทดลองรวม 16 คาบเรียน แบ่งเป็น ทำการสอน 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 55 นาที และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน 2 คาบเรียน และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน 2 คาบเรียน

**ตัวแปรที่ศึกษา**

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจำแนกตัวแปรที่ศึกษาดังนี้

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป แบ่งเป็น ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

2. ตัวแปรตาม การศึกษาครั้งนี้แบ่งตัวแปรตามออกเป็น 2 ตัวแปร ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

**สมมติฐานในการวิจัย**

หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ปแล้วมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

**บทที่ 2**

**บทที่ 2 ของตัวอย่างงานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการหาความหมายของตัวแปรที่จะศึกษาด้วยอย่างละเอียด ดังนั้น หากคุณครูท่านใดไม่สะดวกในการรวบรวมความหมายของตัวแปรที่ต้องการศึกษา สามารถหาเพียงแค่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานของคุณครูที่ต้องการศึกษาได้อย่างน้อย 5 พ.ศ. ย้อนหลังได้คะ**

**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา

2. เอกสารที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ตามแนวคิดวัฎจักรการเรียนรู้ของคอร์ป

3. เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4. เอกสารที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

**1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา**

ดักเกอร์ (Dugger & William E, 2010) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการบูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา คือวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับพรทิพย์ ศิริภัทราชัย (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) ที่กล่าวว่าสะเต็มศึกษาคือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลก โดยวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ธรรมชาติของโลก เทคโนโลยีเป็นการดัดแปลงธรรมชาติของโลกให้เหมาะสมต่อความต้องการ  
ของมนุษย์ วิศวกรรมศาสตร์เป็นความรู้เฉพาะของคณิตศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ และการฝึกฝน และคณิตศาสตร์ เป็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับแบบแผนและความสัมพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับแคลิฟอร์เนีย พับบลิค เอดูเคชั่น (Califonia public education, 2014 ) ในประเด็นที่ว่าสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยผู้เรียนประยุกต์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับโรงเรียน สังคม โรงงานและโลก และสอดคล้องกับ วศิณีย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559) ได้ให้ความหมายว่า STEM education เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงความรู้บูรณาการความรู้จากศาสตร์ทั้ง 4 เพื่อพัฒนามนุษย์ให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้วยพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จากการบูรณาการความรู้กับวิชาอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร การเป็นผู้นำ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น การเข้าใจสังคม สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมในบริบทของตนเองและของโลก ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) ไม่เน้นให้เด็กท่องจำสูตรหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือสมการคณิตศาสตร์ แต่เป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะการคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูล ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสาขาอื่น ๆ มาบูรณาการกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้ โดยการนำทักษะความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อพัฒนาตนเอง และพัฒนาประเทศในด้านเศรษฐกิจ สังคม สาธารณสุข และความมั่นคงของประเทศ รวมทั้งพัฒนาความเป็นสากลมนุษย์ต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาทั้ง 4 วิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ไม่ควรขาดองค์ประกอบใดไปแม้แต่ตัวเดียว ถ้าขาดตัวใดตัวหนึ่งก็จะไม่ครบองค์ประกอบ และไม่ครบการเป็น สะเต็มศึกษา การที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำอย่างกระตือรือร้นและได้ผลงานออกมาโดยการใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการวางแผนทำกิจกรรม สืบค้น การคิดต่าง ๆ เช่นการแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การคิดในระดับต่าง ๆ และลงมือทำกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ในทุกสาขาวิชามาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า ตลอดจนการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้

**2. เอกสารที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ตามแนวคิดวัฎจักรการเรียนรู้ของคอร์ป**

คอร์ป (Kolb D. A & Fry R. E, 1974) ได้กล่าวถึงรูปแบบการเรียนรู้ว่า คือผลอันเกิดจากลักษณะนิสัยพันธุกรรม ประสบการณ์เดิม และความต้องการของสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน ซึ่งผสมผสานกันทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างบุคคลในแง่ของความสามารถในการเรียนรู้ ซึ่งได้เสนอว่าวัฏจักรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์สามารถที่จะเริ่มจากจุดใดจุดหนึ่งและควรจะถูกพิจารณาเป็นวัฎจักรที่ต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามกระบวนการเรียนรู้มักจะเริ่มจากการที่บุคคลทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จากนั้นจึงดูผลจากการกระทำในสถานการณ์นั้น ซึ่งในขั้นตอนต่อมาคือการทำความเข้าใจกับผลที่เกิดขึ้น และทำความเข้าใจกับหลักการทั่วไปที่เกิดขึ้นภายใต้สถานการณ์ดังกล่าว

คุณลักษณะของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ตามแนวคิดของคอร์ป (David A Kolb, 1984) ได้เน้นย้ำถึงหลักการต่าง ๆ ดังนี้

1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการไม่ใช่ผลลัพธ์

2) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องที่มีรากฐานจากประสบการณ์

3) กระบวนการเรียนรู้ต้องการการแก้ข้อขัดแย้งระหว่างขั้วที่อยู่ตรงข้ามกันของการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์

4) การเรียนรู้เป็นกระบวนการโดยรวมของการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์

5) การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนกันระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อม

6) การเรียนรู้เป็นการะบวนการของการสร้างความรู้

จากคุณลักษณะของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ดังกล่าวข้างต้นอาจสรุปได้ว่า “การเรียนรู้คือกระบวนการที่ซึ่งความรู้ได้ถูกสร้างขึ้นจากการแปรเปลี่ยนประสบการณ์” คำนิยามนี้ได้เน้นย้ำถึงกระบวนการของการปรับตัวและการเรียนรู้ซึ่งตรงข้ามกับเนื้อหาหรือผลลัพธ์ โดยความรู้เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงซึ่งถูกสร้างขึ้นอย่างต่อเนื่อง เกิดจากการสังเกต ไตร่ตรองประสบการณ์นั้น และสร้างเป็นความคิดรวบยอด ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ไม่ได้เป็นสิ่งอิสระที่ถ่ายทอดหรือหามาได้ แล้วทำให้บุคคลนั้นสามารถเกิดการเรียนรู้ที่ดี

ทิศนา แขมมณี (ทิศนา แขมมณี, 2551) กล่าวว่า คอร์ป (Kolb)ได้นำเสนอวัฎจักรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning Cycle) เพื่ออธิบายกระบวนการการเรียนรู้ของบุคคลว่าเมื่อบุคคลได้รับประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม (Concrete Experience) บุคคลจะเรียนรู้จากการสังเกตและการไตร่ตรอง (Reflective Observation) ประสบการณ์นั้นและสร้างความคิดรวบยอด (Abstract Conceptualization) ซึ่งบุคคลนั้นสามารถนำมาปรับใช้หรือทดลองใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ (Active Experimentation) อันก่อให้เกิดประสบการณ์ใหม่และเริ่มการเรียนรู้ ตามวัฎจักรในรอบใหม่ต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ

กระบวนการและโครงสร้างในการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สามารถอธิบายได้เป็นวัฏจักร 4 ขั้นตอน ซึ่งคอร์ปและฟราย (Kolb (Kolb D. A & Fry R. E, 1974) กล่าวว่าจุดเริ่มต้นของวัฏจักรการเรียนรู้นี้สามารถเริ่ม ณ จุดใดจุดหนึ่งและจะเป็นกระบวนการอย่างต่อเนื่อง กระบวนการเรียนรู้จะเริ่มต้นเมื่อบุคคลได้กระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งและได้เห็นผลของการกระทำนั้น หลังจากนั้นคือการเข้าใจผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น เพื่อที่หากการกระทำเดียวกันได้เกิดขึ้นอีกในสภาพที่คล้ายคลึงกันจะทำให้เข้าใจถึงผลลัพธ์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้โดยง่าย และในขั้นที่เหนือขึ้นไปจะเริ่มเข้าใจถึงหลักการทั่ว ๆ ไปที่เหตุการณ์นั้นได้เกิดขึ้นโดยการอธิบายในประเด็นสำคัญเกี่ยวกับวัฏจักรการเรียนรู้ดังแสดงในภาพประกอบ 6 ประกอบด้วย

1) ประสบการณ์เชิงรูปธรรม (Concrete Experience : CE) เป็นการเข้าไปมีส่วนร่วมและรับรู้ประสบการณ์ใหม่ ขั้นนี้เน้นที่ความรู้ ความสลับซับซ้อนของความจริงในปัจจุบัน บุคคลที่มีการเรียนรู้ในขั้นนี้มักตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ความรู้สึกนึกคิดของตนเอง สามารถกล่าวได้ว่าเป็นการเรียนรู้จากความรู้สึก (Learning from Feeling) มากกว่าการคิดเชิงทฤษฎีนามธรรม

2) การสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Reflective Observation : RO) เป็นความสามารถในการสังเกตประสบการณ์ที่ได้รับอย่างละเอียดรอบคอบ บุคคลที่มีการเรียนรู้ในขั้นนี้มักจะทำความเข้าใจกับความหมายของสิ่งต่าง ๆ โดยการสังเกตและการคิดด้วยตนเอง สามารถมองสิ่งต่าง ๆ อย่างแยกแยะเป็นหลายแง่มุม การตัดสินใจต้องอาศัยการสังเกตและวิเคราะห์อย่างละเอียด การเรียนรู้ในขั้นนี้เป็นการเรียนรู้ด้วยการดูและฟัง (Learning by Watching and Listening)

3) การสร้างแนวคิดนามธรรม (Abstract Conceptualization : AC) เป็นการนำประสบการณ์ที่ได้รับและสังเกตได้มาสรุปเป็นแนวคิดหรือทฤษฎีของตนเอง สามารถวิเคราะห์เชิงปริมาณและวางแผนอย่างเป็นระบบ บุคคลที่มีการเรียนรู้ในขั้นนี้เน้นทฤษฎีและการวิเคราะห์เชิงนามธรรมและมักไม่นำตนเข้าไปเกี่ยวข้องกับผู้อื่น ชอบสร้างแนวคิดและแบบแผนในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ด้วยการคิดอย่างมีเหตุผลมากกว่าการใช้ความรู้สึก การเรียนรู้ในขั้นนี้จึงมีลักษณะเป็นการเรียนรู้จากความคิด (Learning by Thinking)

4) การทำลองปฏิบัติจริง (Active Experimentation : AE) เป็นการทดลองฝึกปฏิบัติและตรวจสอบ เพื่อการลองผิดลองถูก นำแนวคิดหรือทฤษฎีของตนไปใช้ในการตัดสินใจหรือการแก้ปัญหา บุคคลที่มีการเรียนรู้ในขั้นนี้เรียนรู้ได้ดีในสถานการณ์ที่ตนเองได้เข้าไปมีส่วนร่วม มักชอบพบปะกับบุคคลอื่นเพื่อการอภิปรายร่วมกับกลุ่มมากกว่าการเฝ้าดูหรือสังเกตและเน้นที่การนำแนวคิดใหม่ไปทดลองปฏิบัติ (Learning by Doing)

**ขั้นที่ 1**

**ประสบการณ์รูปธรรม**

**(Concrete Experience หรือ CE)**

**ขั้นที่ 2**

**การไตร่ตรอง**

**(Reflective Observation หรือ RO)**

**ขั้นที่ 4**

**การทดลองปฏิบัติจริง**

**(Active Experiment หรือ AE)**

**ขั้นที่ 3**

**การสรุปเป็นหลักการนามธรรม**

(Abstract Conceptualization หรือ AC)

ภาพประกอบ 1 แบบจำลองการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

ที่มา เสาวภา วิชาดี (เสาวภา วิชาดี, 2554). รูปแบบการเรียนของผู้เรียนในมุมมองของทฤษฎีการเรียนรู้แบบประสบการณ์

**3. เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์**

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการเรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสอนความรู้หรือประสบการณ์ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

วิชชุตา อ้วนศรีเมือง (วิชชุตา อ้วนศรีเมือง, 2555) และวินุรักษ์ สุขสำราญ (วินุรักษ์ สุขสำราญ, 2553)กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคลที่เป็นสาระคำคัญผ่านกระบวนการคิด การกระทำอย่างเป็นระบบ ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถสังเกตและวัดได้ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับปริวัติ สิงหาเวช (ปริวัติ สิงหาเวช, 2548) ที่กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง สามารถพิจารณาได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ความสามารถและทักษะในกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์การคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบในแต่ละ บุคคลและสามารถเชื่อมโยงเข้ากับสาระสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

**4. เอกสารที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์**

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทางความคิดที่เป็นปฏิกิริยาของจิตมนุษย์ ที่จะช่วยให้แต่ละบุคคลสามารถที่จะปรับตัวเข้ากับสังคมและสิ่งแวดล้อมได้ และยังช่วยให้เกิดความพยายามที่จะบรรลุผลในจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ดังนั้นการคิดจึงนำไปสู่การกระทำและการปรับตัวที่พัฒนาดีขึ้น (ชุตินันท์ พุ่มกลิ่น, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับเพียร์เจ (อัชรา เอิบสุขสิริ, 2556); อ้างอิงจากเพียร์เจ,1962) ให้ความหมายในการคิดแก้ปัญหาตามทฤษฎีพัฒนาการในแง่ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยเริ่มตั้งแต่เด็กอายุประมาณ 7–11 ปี เริ่มมีความคิดในการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด ต่อมาเมื่อมีอายุประมาณ 12–15 ปี เด็กมีความสามารถคิดหาเหตุผลที่ดีขึ้นและสามารถคิดแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ นอกจากนี้ (ศิริเพ็ญ ไหมวัด, 2551) กล่าวว่า การดำเนินชีวิตประจำวันมักต้องเผชิญกับปัญหาที่หลากหลาย มีความยุ่งยากซับซ้อนต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดปัญหามากขึ้นกว่าเดิม การฝึกให้มีทักษะในการคิดแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น เนื่องจากปัญหามักเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ซึ่งในกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นด้วยการสังเกตและระบุปัญหา นำไปสู่การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล และการสรุปผล ดังนั้นหากมีทักษะในการคิดแก้ปัญหาก็จะทำให้สามารถหาคำตอบหรือหนทางในการแก้ปัญหาได้สำเร็จเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับ Soden (Soden R, 1994) ที่กล่าวว่า ความหมายการคิดแก้ปัญหาคือ ทักษะด้านการคิด นักเรียนต้องรู้วิธีการที่จะกระทำต่อความรู้ใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และบุคคลที่จะเรียนรู้ได้ดีนั้น จะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีด้วย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล เพื่อนำมาสู่การบรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

จำรัส อินทลาภาพร (จำรัส อินทลาภาพร, มารุต พัฒผล, วิชัย วงษ์ใหญ่, & ศรีสมร พุ่มสะอาด, 2558) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย 2 ขั้นตอนคือ 1) ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย 2) จัดประชุมสนทนากลุ่ม (focus group discussion) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้และประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่าในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (problem–based learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (project–based learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทางานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (authentic assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (authentic learning)

พลศักดิ์ แสงพรมศรี (พลศักดิ์ แสงพรมศรี, 2558) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับแบบปกติ ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 3) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ 4) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนเคมี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ

เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ (เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ, 2559) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผู้วิจัยได้ยึดแนวคิดและลักษณะสะเต็มศึกษาตามแนวของสสวท. เมื่อนำชุดกิจกรรมที่พัฒนาไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 42 คน พบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 80.72 /71.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 70/70 ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีอยู่ในระดับดีเยี่ยม และทักษะชีวิตและอาชีพอยู่ในระดับดีมาก

กนกทิพย์ ยาทองไชย (กนกทิพย์ ยาทองไชย, 2559) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน สาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้มีประสิทธิภาพ E1/E2 โดยกำหนดเกณฑ์ไม่น้อยกว่า 70/70 และศึกษาประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 40 คน พบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E1/E2 เท่ากับ 76.25/74.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คงขวัญ ทิพย์อักษร (คงขวัญ ทิพย์อักษร, 2559) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามลีลาของผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 42 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามลีลาของผู้เรียน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบแผนการทดลองครั้งนี้เป็นแบบ One Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ t-test Dependent พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามลีลาของผู้เรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามลีลาของผู้เรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01

**บทที่ 3 การกำหนดแบบแผนที่ใช้ในการวิจัยสามารถหาข้อมูลในอินเตอร์เน็ตได้คะ รูปแบบที่ง่ายสำหรับการวิจัยมีหลายรูปแบบ แต่ถ้าเป็นงานวิจัยในชั้นเรียนและง่ายต่อการทดลองใช้รูปแบบ** The One – Group Pretest - Posttest Design  **ได้คะ คือ กลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทำการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง ส่วนสถิติที่ใช้ในการทดลอง คือ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่านี้ก็เพียงพอสรุปผลการทดลองได้คะ และสามารถทำแผนภูมิหรือกราฟสรุปปิดท้ายของบทที่ 4 ได้ด้วยคะ**

**บทที่ 3**

**วิธีดำเนินการวิจัย**

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. กำหนดระยะเวลาในการวิจัย
4. แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การดำเนินการทดลอง
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
8. **การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง**

**ประชากรที่ใช้ในการวิจัย**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งมีโรงเรียนจำนวน 67 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 16,265 คน

**กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนวัดพุทธบูชา ซึ่งกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป G\*Power 3.1 โดยใช้ขนาดอิทธิพล 0.8 ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทำให้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำอย่างน้อย 19 คน โดยโรงเรียนวัดพุทธบูชา มีห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 3 ห้องเรียน ดังนี้

แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ (STEM) 2 ห้องเรียน

แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียน

จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการเลือกห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ทั้ง 3 ห้องเรียน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) มา 1 ห้องเรียนคือกลุ่มแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โดยมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 44 คน แบ่งเป็นนักเรียนชาย 19 คน และนักเรียนหญิง 25 คน กลุ่มตัวอย่างนี้ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป โดยที่สามารถส่งเสริมความสามารถและการพัฒนาตนเอง มุ่งเติมเต็มความรู้ความชำนาญและประสบการณ์ของผู้เรียนให้กว้างขวาง เพื่อการค้นพบความถนัดของตนเองได้ และเป็นห้องที่ผู้วิจัยสามารถทำการทดลองได้จบกระบวนการทดลองและรวบรวมข้อมูล

1. **เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย**

ขอบเขตของเนื้อหาที่ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ในสาระที่ 5 พลังงาน มาตรฐาน ว. 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์โดยใช้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกใช้เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เนื่องจากเป็นเรื่องที่มีปริมาณเนื้อหาที่เหมาะสมต่อการทำการทดลองและเนื้อหาเป็นเรื่องที่ยากต่อการถ่ายทอดความรู้โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นทฤษฎี ซึ่งมีหน่วย 5 หน่วยการเรียนย่อย ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความร้อน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แก๊สอุดมคติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 พลังงานภายในระบบ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การประยุกต์

1. **กำหนดระยะเวลาในการวิจัย**

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้เวลาทดลองรวม 16 คาบเรียน แบ่งเป็น ทำการสอน 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 55 นาที และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน 2 คาบเรียน และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน 2 คาบเรียน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความร้อน 4 คาบเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แก๊สอุดมคติ 2 คาบเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส 3 คาบเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 พลังงานภายในระบบ 2 คาบเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การประยุกต์ 1 คาบเรียน

1. **แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป และในการดำเนินการทดลองวิจัย รูปแบบที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ (The One – Group Pretest - Posttest Design) และเก็บรวบรวมข้อมูลปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้รวม 16 คาบเรียน แบ่งเป็น ทำการจัดการเรียนรู้ 12 คาบเรียน และทดสอบก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนรู้อย่างละ 2 คาบเรียน จากนั้นนำข้อมูลทดสอบก่อนและหลังมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผล การตีความผลการวิจัยที่เกิดขึ้น

1. **การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

**เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ** แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป

**เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ**

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
3. **การดำเนินการทดลอง**

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้เวลาทดลองรวม 16 คาบเรียน แบ่งเป็น ทำการสอน 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 55 นาที และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน 2 คาบเรียน และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน 2 คาบเรียน ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| รายการปฏิบัติ | เดือนมกราคม ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2562 (4 คาบ/สัปดาห์) | | | |
| สัปดาห์ที่ 1 | สัปดาห์ที่ 2 | สัปดาห์ที่ 3 | สัปดาห์ที่ 4 |
| ขั้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน (2 คาบ ) |  |  |  |  |
| ขั้นดำเนินการทดลอง (12 คาบ) |  |  |  |  |
| ขั้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน (2 คาบ ) |  |  |  |  |

1. **สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล**

ผู้วิจัยนําคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มาทําการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สําเร็จรูป การวิเคราะห์ข้อมูลในการทําวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น

* 1. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปร ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย (Mean) และการ หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าความเบ้ (Sk) และค่าความโด่ง (Ku)
  2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฎจักรการเรียนรู้องคอร์ปใช้การวิเคราะห์สถิติ Hotelling T2

**บทที่ 4**

**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**

**1. ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน**

นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป จำนวน 44 คน พบว่า มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนการเรียนเท่ากับ 4.5 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.56 ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 11.20 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.86

เมื่อพิจารณาคะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป จำนวน 44 คน จากคะแนนเต็ม 16 คะแนน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 0.93 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.26 ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 8.68 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.58 เมื่อพิจารณาการกระจายของข้อมูล พบว่า ข้อมูลมีการกระจายแจกแจงแตกต่างจากโค้งปกติเล็กน้อย ดังตาราง 2

**ตาราง** 2 คะแนนก่อนเรียน คะแนนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  (20 คะแนน) | | | | | | การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์  (16 คะแนน) | | | | | | |
|  | M | SD | MIN | MAX | Sk | Ku | M | SD | MIN | MAX | Sk | Ku |
| ก่อนเรียน | 4.50 | 1.56 | 1.00 | 8.00 | 0.06 | -0.11 | 0.93 | 1.26 | 0.00 | 4.00 | 1.36 | 0.94 |
| หลังเรียน | 11.20 | 3.86 | 4.00 | 18.00 | 0.21 | -1.13 | 8.68 | 2.58 | 2.00 | 14.00 | 0.07 | 0.29 |

**2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป**

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นเรื่องความสัมพันธ์ของตัวแปรตามในงานวิจัยนี้โดยใช้ค่า Bartlett’s Test of Sphericity เมื่อตัวแปรตามคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่าตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันแตกต่างจากเมตริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( = 11.290, df = 2, p = .004) กล่าวคือ ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันจึงเป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์ผลการวิจัยสถิติวิเคราะห์ One – way Repeated Manova

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Wilks’ Lamda = 0.072, F= 268.674, p = .000) และเนื่องจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีการวัดซ้ำ 2 ครั้ง ผู้วิจัยจึงคำนวณค่าสถิติ Hotelling’s T2 โดย ใช้สูตรคำนวณทำให้ได้ค่า Hotelling’s T2 = 550.14

ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์ได้ค่า Hotelling’s T2 = 550.14 และขณะที่ผลจากการเปิดตาราง Hotelling’s T2 ที่มีค่า P = 2, df = 43 ทำให้ได้ค่า Hotelling’s T2 = 6.595 เมื่อเปรียบเทียบกันพบว่า ค่า Hotelling’s T2 จากการคำนวณมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการเปิดตารางจึงสามารถสรุปผลได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังตาราง 3

**ตาราง** 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป โดยใช้สถิติ Hotelling’s T2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Effect** | **Multivariate test** | **Value** | **F** | **Hypothesis df** | **Error df** | **p-value** |  |
| การจัด | Pillai's Trace | .928 | 268.674 | 2.000 | 42.000 | .000 | .928 |
| การเรียนรู้ | Wilks' Lambda | .072 | 268.674 | 2.000 | 42.000 | .000 | .928 |
|  | Hotelling's Trace | 12.794 | 268.674 | 2.000 | 42.000 | .000 | .928 |
|  | Roy's Largest Root | 12.794 | 268.674 | 2.000 | 42.000 | .000 | .928 |
| **Hotelling’s T2** = 550.14  **Bartlett’s Test of Sphericity** : Likelihood Ratio = .003 Approx. Chi – Square 11.29 df = 2 Sig. = .004 | | | | | | | |

เมื่อพิจารณารายตัวแปรตามพบว่าเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ปแล้วนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = 136.041, p-value = .000, = .760) เช่นเดียวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = 489.293, p-value = .000, = .919) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน ดังตาราง 4

**ตาราง 4** ผลการวิเคราะห์รายตัวแปรตามของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dependent Variable** | **Sourse** | **SS** | **df** | **MS** | **F** | **p-value** |  |
| ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน | Time | 988.920 | 1 | 988.920 | 136.041 | .000 | .760 |
| Error | 313.580 | 43 | 7.269 | - | - | - |
| การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ | Time | 1321.375 | 1 | 1321.375 | 489.293 | .000 | .919 |
| Error | 116.125 | 43 | 2.701 | - | - | - |

**บทที่ 5**

**สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ**

**สรุปผลการวิจัย**

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป พบว่ามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5 คะแนน ส่วนคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.20 คะแนน เช่นเดียวกับคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ปก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.93 คะแนน ส่วนคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.68 คะแนน

เมื่อทดสอบด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**อภิปรายผล**

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ปหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของอาทิตยา พูนเรือง (2559 : 59 – 62) ที่ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เอนไซม์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป เป็นการบูรณาการ 4 สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์มาเชื่อมโยงกัน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาและสถานการณ์ต่าง ๆ รอบตัวร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป 4 ขั้นตอน ได้แก่ การให้ประสบการณ์รูปธรรม การไตร่ตรอง การสรุปและการทดลองปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความถนัดของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขบนพื้นฐาน ความแตกต่างระหว่างบุคคลและยังให้ได้เรียนรู้และฝึกการเรียนรู้ในแบบที่ตนเองไม่ถนัด เปิดโอกาสให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ในทุกด้านอย่างเหมาะสม สามารถกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความคิดและตระหนักถึงการเชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชา สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาจัดระเบียบและสร้างเป็นความรู้ใหม่ของตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วย (พลศักดิ์ แสงพรมศรี. 2558) และสอดคล้องกับงานวิจัยของซาฮิน (Sahin. 2558) พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้นเมื่อใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาและขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนฝึกการคิดในการแก้ปัญหาโดยใช้การบูรณาการสาขาวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน เกิดเป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยมีพื้นฐานมาจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้การผสมผสานศาสตร์วิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เข้าด้วยกัน โดยผู้วิจัยจัดการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้นตามแนวคิดวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป ซึ่งทำให้นักเรียนได้เรียนตามบทเรียนความแตกต่างของแต่ละบุคคล ในแบบที่ตนเองถนัดมากที่สุดและยังได้ฝึกการเรียนรู้ในแบบที่ตนเองไม่ถนัด ทำให้นักเรียนได้ดึงศักยภาพของตนเองออกมา ส่งผลให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้ในเรื่องที่กำลังจะศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของลี (Lee. 2558) ที่ศึกษาการบูรณาการชีววิทยาเข้ากับSTEM หรือ BTEM ที่เพิ่มทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยนักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง โดยการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ส่วนการใช้เทคโนโลยีจะช่วยให้นักเรียนได้ข้อมูลต่างๆ เพิ่มเติมตามความต้องการ และคณิตศาสตร์ใช้เป็นเครื่องมือในการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูล การนำความรู้มาบูรณาการร่วมกันจึงจะสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ปที่ให้นักเรียนฝึกฝนผ่านกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานศาสตร์วิชาการด้านต่างๆ เข้าด้วยกันจะเป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

**ข้อเสนอแนะ**

1. ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ปส่งผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการคิดซึ่งสามารถช่วยนักเรียนในการแก้ปัญหาต่างๆ ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น ดังนั้นครูควรใช้การจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่ใช้สอน เนื่องจากจะทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน จะสามารถส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ของคอร์ป ครูผู้สอนต้องมีการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างอิสระ ทั้งในด้านการคิดและการปฏิบัติ คอยกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อดึงศักยภาพของตนเองงออกมา ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ไม่ตั้งคำถามชี้นำทางความคิดเพราะจะทำให้นักเรียนไม่เกิดการพัฒนากระบวนการคิดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

**เอกสารอ้างอิง**

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู.วารสาร

ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(4), 334-335.

จณาพิชญ์ อาสนาชัย และคณะ. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่อง รูปสามเหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.

วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 36(4),33-34.

จำรัส อินทลาภาพร. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับ

ประถมศึกษา. วารสารวิชาการ Viridian Ejournal,8(1), 61-73

ทิศนา แขมมณี. (2551). *ลีลาการเรียนรู้-ลีลาการสอน = Learning-teaching styles* (พิมพ์ครั้งที่ 1).

กรุงเทพฯ: กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education and 21st Century Skills Development. *วารสารนัก*

*บริหาร*.

พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็ม

ศึกษากับแบบปกติ *วารสารศึกษาศาสตร์*(ฉบับพิเศษ), 401-418.

วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2559). *เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)* (พิมพ์ครั้งที่ 1.).

กรุงเทพฯ: กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์นวัตกรรมนโยบาย. (2557). *การจัดการเรียนการสอนในแนว Project-based Learning สำหรับโรงเรียน*

*เทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2559). คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *เอกสารการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา*.

กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุวิมล ติรกานันท์. (2557). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ* (พิมพ์ครั้งที่ 12).

กรุงเทพฯ: กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.

เสาวภา วิชาดี. (2554). รูปแบบการเรียนของผู้เรียนในมุมมองของทฤษฎีการเรียนรู้แบบประสบการณ์. *นัก*

*บริหาร ปีที่ 31*, *ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มี.ค. 2554), หน้า* 1*75-180*.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560-2564). ค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2562, จาก

http://www.ratchakitcha.soc.go.th.

อาทิตยา พูนเรือง. (2559). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทาง*

*วิทยาศาสตร์เรื่อง เอนไซม์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.* ปริญญานิพนธ์ (กศ.ม.

(ชีววิทยา)) – มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2559.

David A Kolb. (1981). Learning styles and disciplinary differences. *The modern American*

*college*, 232-255. Kolb D. A, & Fry R. E. (1974). Toward an applied theory of experiential

learning. *MIT Alfred P*.

Lee C.H., & Kamisah O. (2015). An interdisciplinary approach for biology, technology,

engineering and mathematics (BTEM) to enhance 21st century skills in Malaysia. *K–12*

*STEM education, 1*(3), 137-147.

Sahin A. (2013). STEM Clubs and Science Fair Competitions: Effects on Post– Secondary

Matriculation. *Journal of STEM Education, 14*(1), 5-11.