



รูปแบบการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน
สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
STEAM learning model combined with problem-based learning
For learning activities in science subjects of Mathayom 2 students

มิรันตี เหล่าเกิด^{1*}
Miruntee Laoked^{1*}

บทคัดย่อ

ปัจจุบันสะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง และแสดงให้เห็นประโยชน์ในเชิงบวกต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านวิทยาศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรม บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้แบบสะเต็มร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งใช้กระบวนการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง กำหนดองค์ประกอบ และสรุปผลเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อการส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) นำเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง 2) เชื่อมโยงสถานการณ์กับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 3) ระบุปัญหาและทำความเข้าใจ 4) ออกแบบกระบวนการ/ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา 5) ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน 6) บูรณาการศิลปะสร้างสรรค์ 7) แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ 8) สรุปและประเมินผล

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา ปัญหาเป็นฐาน การสอนวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้

Received : 02 พฤษภาคม 2567

Revised: 21 พฤศจิกายน 2567

Accepted : 02 ธันวาคม 2567

¹ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนปลาปากวิทยา จังหวัดนครพนม, Specialist teacher Pla Pak Witthaya School, Nakhon Phanom Province

*Corresponding author : miruntee.beer@gmail.com



ABSTRACT

STEAM Education is a widely popular approach to learning, demonstrating concrete positive benefits for students' learning, particularly in the field of science. This article aimed to synthesize a STEAM-based learning model integrated with problem-based learning for science activities designed for Matthayom Suksa 2 students. The methodology involved synthesizing relevant documents, defining the components, and summarizing the results into a learning management process that align with the context of Matthayom Suksa 2 students, which aimed to promote an effective learning process.

The results revealed that the STEAM-based learning model integrated with problem-based learning consisted of 8 steps, namely, 1) introduction the lesson with a real-life situation; 2) connect the situation with science and mathematics; 3) identify and clarify the problem; 4) designing a process or solution to solve the problem; 5) test and improve the solution; 6) integrate creative arts; 7) exchange knowledge and experience; and 8) summarize and evaluate the results.

Keywords : STEAM Education, Problem-based, Science teaching, Learning activities

บทนำ

การส่งเสริมการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งสำคัญ เพราะนับเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาประเทศ และ ทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creative and Innovative thinking) นับว่าเป็นทักษะการเรียนรู้สำคัญสำหรับการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 (อมรรัตน์ ศรีพอ, 2561) ซึ่งการเตรียมคนไทยสู่ศตวรรษที่ 21 เป็นนโยบายเร่งด่วนของนโยบายรัฐบาล ตามแผนปฏิบัติราชการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2564) และนโยบายสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 มีมาตรการและแนวทางการดำเนินการของสถานศึกษา ให้พัฒนาขีดความสามารถของผู้เรียนตามศักยภาพ และความถนัด โดยการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการแบบสหวิทยาการ เช่น สะเต็มศึกษา (. Science. Technology. Engineering. and Mathematics Education : STEM Education) เพื่อพัฒนาทักษะและ รู้จักคิดแก้ปัญหา เกิดทักษะกระบวนการ มีความคิดสร้างสรรค์ สร้างนวัตกรรม และนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล และเป็นการจัดการ

เรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎ ผ่านการปฏิบัติ พร้อมทั้งสามารถนำเสนอข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 2014)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม (STEAM) ได้มีการพัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งคำว่า สะเต็ม หรือ STEAM ย่อมาจากอักษรภาษาอังกฤษของทั้ง 5 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Art) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นปรัชญาการศึกษาที่ทันสมัยและส่งเสริมให้ นักเรียนลองผิดลองถูก ตระหนักคิด และฟังความคิดเห็นอื่นๆ สร้างฐานความรู้ที่อยู่นอกขอบเขตของการสอบ เป็นการสอนที่ส่งเสริมกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนได้หลากหลายรูปแบบเพื่อตอบสนองความต้องการของเศรษฐกิจในศตวรรษที่ 21 โดยเพิ่มความสามารถของศิลปะเข้าไปอยู่ในแขนงวิชาที่จะบูรณาการเข้าด้วยกันอีกด้วย (Kriangkrai Palasonthi, 2019)



การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจในสภาพปัญหาที่แท้จริง มุ่งพัฒนาทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ได้มา (อิษทรโพธิ์น้อย, 2561) โดยที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดสถานการณ์หรือผู้เรียนร่วมกันกำหนดประเด็นปัญหา จากสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง มาใช้กระตุ้นให้ผู้เรียนศึกษาและเกิดความสนใจและค้นคว้าหาแนวทางแก้ไขปัญห (วาทัญญู สุวรรณประทีป, 2559) เพื่อนำไปสู่การวางแผนร่วมกันและลงมือทำ เพื่อแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม

การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางความคิดที่มีความสำคัญเนื่องจากเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับมนุษย์ และเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ เพื่อจะทำให้ประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต (ญาติมา โสภานิช, 2562) ทักษะในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการคิด ตัดสินใจและลงมือทำ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้กฎหรือความรู้ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับสถานการณ์ โดยกระบวนการในการแก้ปัญหาสามารถวัดได้จาก ความสามารถในการระบุปัญหา ความสามารถในการนำความรู้มาใช้ ความสามารถในการลงมือแก้ปัญหาและความสามารถในการสรุปผล (ทิพวรรณ เมืองพิล, 2562) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหา จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาทั้งทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปได้อย่างควบคู่กัน

จากการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า เมื่อครูให้นักเรียนทำกิจกรรม เช่น กิจกรรมการทดลอง กิจกรรมการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยครูกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆให้กับนักเรียนได้ทดลองหรือทำการแก้ปัญหา โดยที่ครูไม่ได้กำหนดวิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหาให้ จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ในหลายๆ ห้องเรียน พบว่านักเรียนใช้เวลาในการคิดเพื่อทำกิจกรรมเป็นเวลานาน บางคาบเรียนนักเรียนไม่สามารถดำเนินกิจกรรมได้ เพราะนักเรียนเคยชินกับการทำตามแบบแผน ตามวิธีการทดลองที่เคยมีในหนังสือ ไม่

สามารถคิดแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เนื่องจากกลัวความผิดพลาด และไม่กล้าตัดสินใจ ขาดการฝึกฝน นักเรียนไม่คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง จะใช้การถามครูผู้สอนโดยไม่คิดด้วยตนเองก่อน ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการแก้ปัญหา และยังส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากสาเหตุดังกล่าวนักเรียนจึงควรได้รับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม (STEAM) โดยบูรณาการการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (PBL) หรือรวมเรียกว่าการจัดการเรียนรู้แบบ P-STEAM จะทำให้นักเรียนได้นำความรู้ในศาสตร์ต่างๆ ทั้ง วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Art) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) มาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ในแต่ละกิจกรรมจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีทักษะการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น ซึ่งจะจัดการเรียนรู้แบบ P-STEAM ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้เนื้อหา เรื่อง งานและพลังงาน เนื่องจากเป็นเนื้อหาสำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ P-STEAM จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน เพื่อสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อนำเสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับรายวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการศึกษา

1. ผลการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน



1.1 สะเต็มศึกษา (STEAM Education)

สะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นการจัประสปรกการณ์การเรียนรู้ที่มีแนวการจัดการเรียนรู้จาก สะเต็มศึกษา (STEM Education) เกิดจาก STEM + A = STEAM (หทัยภัทร ไกรวรรณ, 2559) โดย (STEAM Education) ย่อมาจาก Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ (บุญยุนซ ลิทธาจารย์, 2561; พัชรารณ พุทธิกุล, 2560; มินตรา กระเป่าทอง, 2561; วรรณพร ชูจิตารมณ, 2561) เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการใช้ความคิดเชิงสร้างสรรค์และความคิดเชิงวิชาการเชื่อมโยงและสนับสนุนซึ่งกันและกันอย่างลงตัว (มินตรา กระเป่าทอง, 2561) ผ่านบริบทหรือสถานการณ์ ซึ่งนำมาสู่การออกแบบหรือสร้างผลงานส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆ

ตระหนักคิด (เกรียงไกร พลเสนธิ, 2559) และฟังความคิดเห็นอื่น ๆ ให้ผู้เรียนได้คิดหลากหลายเพื่อเลือกคำตอบที่ดีที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหา ได้มีทักษะการเรียนรู้รอบด้านและมีทักษะที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (วรรณพร ชูจิตารมณ, 2561) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับบริบทและสถานการณ์จริงได้ (พัชรารณ พุทธิกุล, 2560)

ด้วยความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้เขียนจึงได้ทบทวนและวิเคราะห์วรรณกรรมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (Georgette Yakman & Hyonyong Lee, 2012; Kim & Park, 2012; Riley, 2014; เกรียงไกร พลเสนธิ, 2559; จาริพร ผลมูล และคณะ, 2558; บุญยุนซ ลิทธาจารย์, 2561) และสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

นักการศึกษา						สรุปขั้นตอน
Georgette and Hyonyong (2012)	Raily (2014)	จาริพร ผลมูล และคณะ(2558)	บุญยุนซ ลิทธาจารย์ (2560)	เกรียงไกร พลเสนธิ (2561)	Kim and Park (2012)	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม
-	-	นำเข้าสู่บทเรียน	กระตุ้นความสนใจ	-	นำเข้าสู่บทเรียน	นำเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง
ตั้งประเด็นปัญหาที่สำคัญ	สำรวจค้นหา	-	-	-	เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	เชื่อมโยงสถานการณ์กับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์



นักรศึกษา						สรุปขั้นตอน
Georgette and Hyonyong (2012)	Raily (2014)	จารีพร ผลมูล และ คณะ(2558)	บุญยุนช ลิทธาจารย์ (2560)	เกรียงไกร พละสนธิ (2561)	Kim and Park (2012)	การจัด การเรียนรู้ แบบสะเต็ม
ค้นพบปัญหา	เชื่อมโยง	พัฒนา มโนทัศน์ ตรวจสอบ ความเข้าใจ	-	รวบรวมข้อมูล ระบุปัญหา	-	ระบุ ประเด็น ปัญหา
หาแนวทาง แก้ไขปัญหา	ค้นพบ	-	วางแผน อธิบายและ สาธิตเพื่อสร้าง ความเข้าใจ	ออกแบบวิธี แก้ปัญหา วางแผนและ ดำเนินการ	วิเคราะห์ และ วางแผน ออกแบบ	ออกแบบ การแก้ปัญหา
-	สร้าง	สร้างผลงาน และประยุกต์ ใช้ความรู้	ลงมือ สร้างสรรค์ ชิ้นงาน	แก้ปัญหา/ พัฒนา นวัตกรรม	สร้างผลงาน	สร้างผลงาน บูรณาการ ศิลปะ
-	-	-	-	ทดสอบ/ ประเมิน/ ปรับปรุง	-	ทดสอบ ประเมิน และ ปรับปรุง
สร้างองค์ ความรู้	สะท้อน	แลกเปลี่ยน เรียนรู้และ สรุปทบทวน	-	นำเสนอวิธี แก้ปัญหา	สาธิตหรือ นำเสนอ ผลงาน	แลกเปลี่ยน เรียนรู้
-	-	-	สรุปและ ประเมินผล	-	ประเมินผล งาน	สรุปและ ประเมินผล

จากตารางที่ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ผู้เขียนสังเคราะห์ ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงสถานการณ์กับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 ระบุประเด็นปัญหา ขั้นที่ 4 ออกแบบการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 สร้างผลงานบูรณาการศิลปะ ขั้นที่ 6 ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุง ขั้นที่ 7 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และขั้นที่ 8 สรุปและประเมินผล

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning)

การจัดการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ (หิรัญทรัพย์ เพ็ญเสนา, 2562) โดยใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการเชื่อมโยงความรู้เดิม ให้ผสมผสานกับความรู้ใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและการฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม (หทัยทิพย์ รินศรี, 2562) ผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (เสาวรส ศรีอุ้นดี, 2561) สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ มาจากความสนใจของผู้เรียนหรือปัญหาที่มีส่วนเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน



นักเรียน (ธีระชัย เอี่ยมผ่อง, 2562) การจัดการเรียนรู้
ปัญหาเป็นฐาน ผู้สอนเป็นผู้กำหนดปัญหาจากสถานการณ์
ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการคิดโดยใช้การ
ระดมสมอง วิเคราะห์ปัญหา สืบค้นหาข้อเท็จจริงจาก
ปัญหาโดยใช้แหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ สรุปและรายงานผล
โดยผ่านกระบวนการคิดและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้
(สุ่มทนา ดุลนีย์, 2563) โดยปัญหานั้น อาจหาคำตอบได้
หลายแนวทางตามความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันและ
ความสัมพันธ์กับผู้เรียน (ศรัญญา ชันทอง, 2562)

ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน(PBL) เป็นการเรียนรู้ที่ฝึกให้ผู้เรียนได้
ศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ฝึกกระบวนการทำงาน
เป็นกลุ่ม รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ผู้เรียนได้มี
กระบวนการคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่สามารถ
นำไปใช้ได้ในอนาคต (เสาวรส ศรีอุณดี, 2561) และสิ่งที่
สำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ

ปัญหาที่นำมาใช้ เพราะปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของ
กระบวนการเรียนรู้ ปัญหาที่ดีจะต้องสามารถกระตุ้นให้
ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัญหา
จะต้องมีความสำคัญต่อผู้เรียน ต้องเป็นการบูรณาการ
ความรู้ที่หลากหลายศาสตร์ทั้งทักษะที่ต้องการให้เกิดและ
ที่มีอยู่ในชีวิตจริงเข้าด้วยกัน (ศรัญญา ชันทอง, 2562)
เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนและใน
ชีวิตประจำวันต่อไป

ด้วยความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบ
ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ผู้เขียนจึงได้ทบทวนและวิเคราะห์
วรรณกรรมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน
(Antonenko, Hudson, Townsend, & Pritchard,
2011; Barrows, Haward S, Tamblyn, & M, 1980;
กมลกานต์ ศรีธิ, 2561; สมศักดิ์ ธนพุทธิโรจน์, 2561; สุ
นารี ศรีบุญ, 2561) และสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการ
เรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (PBL)

นักการศึกษา					สรุปขั้นตอน
Barrows (1980)	Antonenko, และ คณะ (2011)	กมลกานต์ ศรีธิ และคณะ (2560)	สุนารี ศรีบุญ (2561)	สมศักดิ์ ธนพุทธิ โรจน์ และคณะ (2561)	การจัดการเรียนรู้ แบบปัญหาเป็นฐาน
นำเข้าสู่ปัญหา	ระบุประเด็น ปัญหา	กำหนดปัญหา	นำเสนอ สถานการณ์ ปัญหา	กำหนดปัญหา	กำหนดสถานการณ์ ปัญหา
วางแผน การเรียนรู้		ทำความเข้าใจ กับปัญหา	ทำความเข้าใจ ปัญหา	ศึกษาข้อมูลเพื่อหา แนวทางแก้ปัญหา	ทำความเข้าใจปัญหา
	สืบค้นข้อมูล		สังเคราะห์และ รวบรวมข้อมูล วิธีการแก้ปัญหา	เลือกวิธีการ แก้ปัญหา	สังเคราะห์วิธีการ แก้ปัญหา
ทดลอง ค้นหา คำอธิบาย และ การหาคำตอบ		ดำเนินการ ค้นคว้า และสังเคราะห์ ความรู้		ดำเนินการแก้ปัญหา	ดำเนินการแก้ปัญหา



นักการศึกษา					สรุปขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ แบบปัญหาเป็นฐาน
Barrows (1980)	Antonenko, และ คณะ (2011)	กมลกานต์ ศรีธิ และคณะ (2560)	สุนารี ศรีบุญ (2561)	สมศักดิ์ ธนพุทธิ วิโรจน์ และคณะ (2561)	
พัฒนาและ นำเสนอผลงาน	อธิบายหรือ โต้แย้ง	สรุปและ ประเมินค่าของ คำตอบ	สรุป นำเสนอ และประเมินผล งาน	สรุปและประเมิน การแก้ปัญหา	นำเสนอผลการ แก้ปัญหา
วิเคราะห์ และ ประเมิน กระบวนการ แก้ปัญหา	นำเสนอและ สะท้อนผล	นำเสนอและ ประเมินผลงาน		นำเสนอและ ประเมินผลการ แก้ปัญหา	ประเมินการแก้ปัญหา

จากตารางที่ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ
ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ที่ผู้เขียนสังเคราะห์ ประกอบด้วย 5
ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 กำหนดสถานการณ์ปัญหา ขั้นที่ 2 ทำ
ความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4
นำเสนอผลการแก้ปัญหา และ ขั้นที่ 5 ประเมินการ
แก้ปัญหา

1.3 การจัดการเรียนรู้ P-STEAM : การจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็ม (STEAM) โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)

ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
P-STEAM : การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม (STEAM) โดย
บูรณาการปัญหาเป็นฐาน (PBL)

ตารางที่ 3 ผลสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (P-STEAM)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบปัญหาเป็นฐาน	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
นำเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์ ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง	-	นำเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์ที่ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง
เชื่อมโยงสถานการณ์กับวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์	กำหนดสถานการณ์ปัญหา	เชื่อมโยงสถานการณ์กับวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์
ระบุประเด็นปัญหา	ทำความเข้าใจปัญหา	ระบุปัญหาและทำความเข้าใจ
ออกแบบการแก้ปัญหา	สังเคราะห์วิธีการแก้ปัญหา	ออกแบบกระบวนการ/ชิ้นงานเพื่อ แก้ปัญหา
ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุง	ดำเนินการแก้ปัญหา	ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน
สร้างผลงานบูรณาการศิลปะ		บูรณาการศิลปะสร้างสรรค์
แลกเปลี่ยนเรียนรู้	นำเสนอผลการแก้ปัญหา	แลกเปลี่ยนเรียนรู้
สรุปและประเมินผล	ประเมินการแก้ปัญหา	สรุปและประเมินผล



ผู้เขียนได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม (STEAM) โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง (Introduction with real-life situation)

ครูนำเข้าสู่บทเรียนอย่างน่าสนใจด้วยการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง โดยใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น วิดีทัศน์ เพลง รูปภาพ ข่าว เกม เป็นต้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในสถานการณ์นั้น ๆ โดยสถานการณ์ที่ยกขึ้นมาต้องสามารถเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในลักษณะบูรณาการและเป็นองค์รวม (Integration and holistic) จากนั้นให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลและแสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ในมิติต่าง ๆ เช่น พบปัญหาใดในสถานการณ์ที่ยกมา สถานการณ์ดังกล่าวส่งผลต่อนักเรียนอย่างไร เป็นต้น

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงสถานการณ์กับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Linking with Science and Mathematics)

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4-6 คน แบบคละความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน (โดยแบ่งตามผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ผ่านมา) จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเชื่อมโยงสถานการณ์ที่ยกมาในตอนต้นของบทเรียนเข้ากับวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายหลักการที่เกี่ยวข้อง โดยให้นักเรียนบันทึกลงในใบกิจกรรม P-STEAM เป็นรายบุคคล เมื่อทำกิจกรรมรายบุคคลเสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนนำความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่นักเรียนบันทึกไว้ มาอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในกลุ่ม หากพบว่า นักเรียนมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเนื้อหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนมีความรู้เพียงพอที่จะทำกิจกรรมในการแก้ปัญหา หรือสร้างนวัตกรรม

ขั้นที่ 3 ระบุปัญหาและทำความเข้าใจ (Problem Identification and clarification)

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งทำความเข้าใจกับปัญหาว่า เกิดจากสาเหตุใด และมีแนวทางแก้ไข โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อย่างไร โดยบันทึกในใบกิจกรรม P-STEAM

ขั้นที่ 4 ออกแบบกระบวนการ/ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา (Using engineering design process)

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผน และออกแบบกระบวนการ ชิ้นงาน หรือนวัตกรรม เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาบูรณาการในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการร่างแบบ เขียนคำอธิบาย พร้อมทั้งกำหนดวัสดุและหาวัสดุอุปกรณ์โดยผู้เรียน อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วร่วมกันลงมือปฏิบัติ สร้างสรรค์ผลงานที่วางแผนไว้ โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

ขั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน (Test and Development)

นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบกระบวนการ ชิ้นงาน หรือนวัตกรรม บันทึกผลการทดสอบ จากนั้นดำเนินการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการ ชิ้นงาน หรือนวัตกรรม เพื่อให้ได้กระบวนการ ชิ้นงาน หรือนวัตกรรม ที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 6 บูรณาการศิลปะสร้างสรรค์ (Art integration)

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพัฒนาชิ้นงานให้สำเร็จสมบูรณ์พร้อมทั้งบูรณาการศิลปะในชิ้นงาน หรือนวัตกรรม เช่น จิตรกรรม สุนทรียศาสตร์ องค์ประกอบศิลป์ ศิลปะการแสดง ดนตรี ภาษา

ขั้นที่ 7 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Knowledge share)

นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนโดยการนำเสนอกระบวนการ ชิ้นงาน



หรือนวัตกรรม ที่ได้จากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พร้อมทั้งระบุความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการสร้างสรรค์กระบวนการ ชิ้นงาน หรือนวัตกรรม

ตรวจชิ้นงานและประเมินด้วยเกณฑ์การให้คะแนน เป็นต้น

ขั้นที่ 8 สรุปและประเมินผล (Conclusion and evaluation)

นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการทำกิจกรรมการเรียนรู้ หากมีส่วนใดที่นักเรียนสรุปไม่ถูกต้องหรือยังไม่สมบูรณ์ครูจะเป็นผู้คอยแก้ไขหรือเติมเต็มความรู้ให้นักเรียนจนมั่นใจว่า นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ นอกจากนั้นครูประเมินผลการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทดสอบหลังเรียน การ

P-STEAM 8 steps



รูปแบบการเรียนรู้ ตามแบบสะเต็มร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ นร. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (มีรินทร์ เหล่าเกิด, 2567)

ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สรุป

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มบูรณาการการปัญหาเป็นฐาน (P-STEAM) เป็นการที่ให้นักเรียนได้นำความรู้ในศาสตร์ต่างๆทั้ง วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Art) และ คณิตศาสตร์

(Mathematics) มาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ในแต่ละกิจกรรม เป็นการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ฝึกกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนได้มีกระบวนการคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่สามารถนำไปใช้ได้ในอนาคต ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการใช้ความคิดเชิง



สร้างสรรค์และความคิดเชิงวิชาการเชื่อมโยงและสนับสนุน
ซึ่งกันและกันอย่างลงตัว ผ่านบริบทหรือสถานการณ์ ซึ่ง
นำมาสู่การออกแบบหรือสร้างผลงาน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้
สร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆ ตระหนักคิด และฟังความ
คิดเห็นอื่น ๆ ให้ผู้เรียนได้คิดหลากหลายเพื่อเลือกคำตอบ
ที่ดีที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหา ได้มีทักษะการเรียนรู้รอบ
ด้านและมีทักษะที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21
ปัญหาที่ดีจะสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้
อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมกันนี้นักเรียนได้มีทักษะการ
แก้ปัญหามากยิ่งขึ้น เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปปรับใช้
ในชีวิตประจำวันได้

เอกสารอ้างอิง

- กมลกานต์ ศรีธิ. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่อง
คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์. 13(37).
105-118.
- เกรียงไกร พลเสนธิ. (2559). การพัฒนารูปแบบคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสะเต็มด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะ
การสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักเรียนระดับปริญญาตรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ).
- จารีพร ผลมูล, สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ และเกริก ศักดิ์สุภาพ (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 : กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร. วารสารวิจัย มข.(ฉบับบัณฑิตศึกษา). 3(2).
1-13.
- ญาติมา โสภานิช. (2562). การพัฒนาวิธีการประเมินทักษะการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็ม
ศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).
- ทิพวรรณ เมืองพิล. (2562). การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).
- ธวัช โพธิ์น้อย. (2561). การใช้ปัญหาเป็น ฐานเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระปริยัติธรรมวัดสองพี่น้อง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยธุรกิจ
บัณฑิต).
- ธีระชัย เอี่ยมผ่อง. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวทางสะเต็ม เรื่อง การประยุกต์การ
แปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- บุญยง ลิขิตเจริญ. (2561). การพัฒนาชุดการสอนศิลปะ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมกระบวนการสร้างสรรค์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- พัชรภรณ์ พุทธิกุล. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาของเด็ก
ปฐมวัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร).



- มินตรา กระเป่าทอง. (2561). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์).
- วทัญญู สุวรรณประทีป. (2559). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาเป็นฐานร่วมกับปัญหาเป็นฐานและแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- วรรณพร ชูจิตรามณ. (2561). รูปแบบการเรียนรู้สะเต็มการฝึกเพื่อส่งเสริมความเพียร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ).
- ศรัญญา ชันทอง. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมอนันต์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้โมเดลชิปปา (CIPPA MODEL) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์).
- สุนารี ศรีบุญ. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- สมัทนา ดุลนีย์. (2563). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อประสมเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร).
- เสาวรส ศรีอุ้นดี. (2561). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนบ้านโคก โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL). (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม).
- หทัยภัทร ไกรวรรณ. (2559). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- หทัยทิพย์ รินศรี. (2562). การพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะในการจัดทำบัญชีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง).
- หิรัญทรัพย์ เพี้ยเสนา. (2562). การพัฒนาชุดฝึกทักษะวิชาคอมพิวเตอร์ โดยการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค Jigsaw ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาในตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร).
- 12
- Antonenko, P. D., Hudson, G., Townsend, R., and Pritchard, J. (2011). DEEPER e-learning with environment for collaborative learning integrating problem solving experiences (ECLIPSE). *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, 1(1), 1811-1816.
- Barrows, Howard S., and Tamblyn M. P. (1980). *Problem –Based Learning: An Approach to Medical Education*. New York: Springer Publishing Company.
- Georgette Yakman, and Hyonyong Lee. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a



- practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2014). Introduction of STEM Education. Retrieved Retrieved from <https://www.scimath.org/stem>
- Kim and Park. (2012). Development and Application of STEAM Teaching Model Based on the Rube Goldberg's Invention. *Computer Science and its Applications, Lecture Notes in Electrical Engineering*, 1(203), 695-697.
- Riley, S. M. (2014). *No permission required: A guide of being STEAM to life K-12 schools*. Green Street Westminster: The Vision Board,LLC.