



ชื่องานวิจัยในชั้นเรียน

การใช้เทคโนโลยีเครื่องพิมพ์ 3 มิติร่วมกับการสอนในรายวิชาเขียนแบบ
วิศวกรรมเครื่องกลโดยผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

ผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โชติวุฒิ ประสพสุข

สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2566

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.สกุล คำนวนชัย คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่เล็งเห็นความสำคัญของงานวิจัยในชั้นเรียนและได้อนุมัติงบประมาณในงานวิจัยชิ้นนี้ คณาจารย์สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล ที่ช่วยเหลือในด้านงานวิจัยและการปฏิบัติงานอย่างดีเสมอ และนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล เทียบโอนที่ให้ความร่วมมือในงานวิจัยเป็นอย่างดี

ผู้วิจัย

ชื่อเรื่อง การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์พหุมิติร่วมกับการสอนในรายวิชาเขียนแบบวิศวกรรมเครื่องกล

ผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โชติวุฒิ ประสพสุข

ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพตามทักษะที่พึงประสงค์ในศตวรรษที่ 21 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเขียนแบบวิศวกรรมเครื่องกล หน่วยการเรียนรู้เรื่องภาพถ่ายหลายมุมมอง โดยใช้โมเดลสามมิติเป็นสื่อการสอน ร่วมกับกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากทักษะทั้งสามด้านพบว่า ผู้เรียนมีความรู้จากการประเมินผลก่อน-หลังเรียนที่สูงขึ้น และผลการประเมินทักษะจากการสังเกตด้านการปฏิบัติงานและพฤติกรรมอยู่ในระดับสูง

Research Title	The 3D printing technology aid for the learning of Mechanical engineering drawing subject.
Researcher	Chotiwut Prasopsuk
Year	2020

Abstract

The primary aim of this study is to cultivate students' aptitude for essential 21st-century skills through the application of STEM education within the framework of mechanical engineering drawing. Specifically, the research focuses on integrating a learning unit centered on orthographic projection, utilizing three-dimensional models as a teaching material with the engineering design process. Assessment of academic achievement encompasses three core skills: cognitive understanding, practical application, and behavioral competencies. Analysis of pre and post-study evaluations reveals a significant enhancement in learners' knowledge levels. Additionally, observations of work performance and behavioral indicators indicate a commendable proficiency level among students.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูป	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตในการศึกษา	2
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย/นิยามศัพท์เฉพาะ	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	
ทฤษฎี	3
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	4
เครื่องมือที่ใช้	4
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	8
การเก็บรวบรวมข้อมูล	9
การวิเคราะห์ข้อมูล	11
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	12
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	14
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย	16
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย	17
บรรณานุกรม	18

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1 กระบวนการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน	4
รูปที่ 2 โมเดล 3มิติและฉากรับภาพจากเครื่องพิมพ์สามมิติ	10
รูปที่ 3 กิจกรรมระหว่างการเรียนรู้	11
รูปที่ 4 การวัดและประเมินผล	12
รูปที่ 5 ผลการปฏิบัติงานเรื่องภาพถ่ายหลายมุมมอง	14
รูปที่ 6 ผลการประเมินผลผู้เรียนด้านทักษะพิสัย	15
รูปที่ 7 ผลการประเมินผลผู้เรียนด้านจิตพิสัย	15

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E	4
ตารางที่ 2 ระดับคะแนนและเกณฑ์การประเมิน	13

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ที่พวกเราถือเป็นแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ มาตรา 6 การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542) อนึ่งวิสัยทัศน์การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (2552-2561) กำหนดให้ “คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ” โดยมีจุดเน้นการปฏิรูป 3 เรื่อง ได้แก่ 1) พัฒนาคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ 2) โอกาสทางการศึกษา เปิดโอกาสให้คนไทยเข้าถึงการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ 3) การมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนของสังคม คุณภาพของการศึกษาและการเรียนรู้จะต้องบรรลุ 4 คุณภาพ คือ 1) คุณภาพคนไทยยุคใหม่ 2) คุณภาพครูยุคใหม่ 3) คุณภาพแหล่งเรียนรู้/สถานศึกษายุคใหม่ 4) คุณภาพการบริหารจัดการใหม่ เป้าหมายยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง ไว้ดังนี้ 1) คนไทยและการศึกษาไทยมีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล 2) คนไทยใฝ่รู้: สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง รักการอ่าน และแสวงหาความรู้ 3) คนไทยใฝ่ดี: มีคุณธรรมพื้นฐาน มีจิตสำนึกและค่านิยมที่พึงประสงค์เห็นประโยชน์ส่วนรวม มีจิตสาธารณะ มีวัฒนธรรมประชาธิปไตย 4) คนไทยคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ มีทักษะในการคิดและปฏิบัติมีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีความสามารถในการแข่งขัน

ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนนั้นมีเทคนิคและวิธีการที่หลากหลาย โดยทั้งหมดมีจุดประสงค์ในทิศทางเดียวกับเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา ซึ่งผลสัมฤทธิ์ในการเรียนการสอนนั้นสามารถจำแนกตามหลักเกณฑ์ตามทฤษฎีของ บลูม ได้ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย โดยทักษะที่สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ได้อย่างชัดเจนคือ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ซึ่งจำแนกระดับความสามารถจากต่ำไปสูง คือ อันดับแรกคือ ความรู้ จากการได้รับรู้จากการสอนและจดจำได้ ขึ้นต่อมาเป็นความเข้าใจ เป็นการนำความรู้มาต่อยอด สามารถอธิบายและขยายความได้ นำไปใช้ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำความรู้และความเข้าใจ สะสมเป็นประสบการณ์ สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆตามที่ต้องการได้ การวิเคราะห์ สามารถคิดและทบทวนความถูกต้องได้ด้วยตนเอง และแยกแยะองค์ความรู้ออกเป็นส่วนย่อยๆได้ การสังเคราะห์ เป็นการสร้างความรู้ที่ผ่านกระบวนการต่างๆข้างต้น ออกมาเป็นความรู้ในรูปแบบใหม่ ที่ดีกว่า

และใหม่กว่าของเดิม ในขั้นตอนสุดท้ายเป็น การประเมินค่า เป็นขั้นตอนที่สูงที่สุดคือผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ออกมาได้อย่างเหมาะสมอย่างมีกฎเกณฑ์ ดังรูปที่ 1 (ก) ต่อมาได้มีการจัดลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาด้านพุทธิพิสัยของบลูมใหม่ ออกเป็น 6 ขั้น โดยมีรายละเอียด ขั้นต้นคือ การจำ ขั้นต่อมาเป็นการเข้าใจ โดยสามารถยกตัวอย่างได้ด้วยตนเอง การประยุกต์ใช้ เป็นกระบวนการนำความรู้มาใช้ได้ในสถานการณ์ต่างๆ การวิเคราะห์ เป็นการแยกความรู้เป็นส่วนย่อยๆ โดยสามารถสร้างความเชื่อมโยงในแต่ละส่วนได้ การประเมินค่า เป็นการตรวจสอบเพื่อหาความสอดคล้องหรือขัดแย้งในกระบวนการ และขั้นตอนสุดท้าย เป็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นการนำความรู้มาสร้างสรรค์งานแบบใหม่ที่ต่างจากเดิมโดยอยู่ในพื้นฐานของความรู้ได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเครื่องพิมพ์3มิติมาสร้างสื่อการเรียนการสอนประกอบในรายวิชาเขียนแบบวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการซื้อโมเดล3มิติที่มีราคาแพงและยังสามารถออกแบบใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

จุดประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องภาพฉายหลายมุมมอง จากการจัดการเรียนรู้จากสื่อการสอนโมเดลสามมิติ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร่วมกับเครื่องพิมพ์3มิติ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักศึกษาสามารถได้มีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี3dprinterเพิ่มขึ้น
2. ผู้สอนได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิดของนักการศึกษาในช่วงแรกของศตวรรษที่ 20 John Dewey นักการศึกษาชาวอเมริกันเป็นผู้ต้นคิดวิธีสอนแบบแก้ปัญหา และเป็นผู้เสนอแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดจากการลงมือทำด้วยตนเอง แนวคิดของ John Dewey ได้นำไปสู่แนวคิดในการสอนรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แนวคิดของ PBL (Problem - based Learning) ก็มีรากฐานแนวความคิดจาก Dewey เช่นเดียวกัน (มณฑรา ธรรมบุศย์, 2545: 14-15) การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพของมหาวิทยาลัย McMaster ประเทศแคนาดา โดยนำมาใช้ในกระบวนการติวให้กับนักศึกษาแพทย์ฝึกหัด วิธีดังกล่าวนี้ได้กลายเป็นรูปแบบที่ทำให้มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกานำไปใช้เป็นแบบอย่างบ้าง โดยเริ่มจากปลาย ค.ศ. 1960 มหาวิทยาลัย Case Western Reserve ได้นำมาใช้เป็นแห่งแรก และได้จัดตั้งเป็นห้องทดลองพฤติกรรมวิทยาการ เพื่อเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับรูปแบบการสอนใหม่ ๆ รูปแบบการสอนที่มหาวิทยาลัย Case Western Reserve พัฒนาขึ้นมานั้น ได้กลายมาเห็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรของโรงเรียนหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา ทั้งในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัย ในช่วงปลายศตวรรษที่ 60 มหาวิทยาลัย McMaster ได้พัฒนาหลักสูตรแพทย์ ที่ใช้ Problem - based Learning ในการสอนเป็นครั้งแรก ทำให้มหาวิทยาลัยแห่งนี้เป็นที่ยอมรับและรู้จักกันทั่วโลก

2.2 ความหมายของการเรียนรู้แบบ 5E learning model

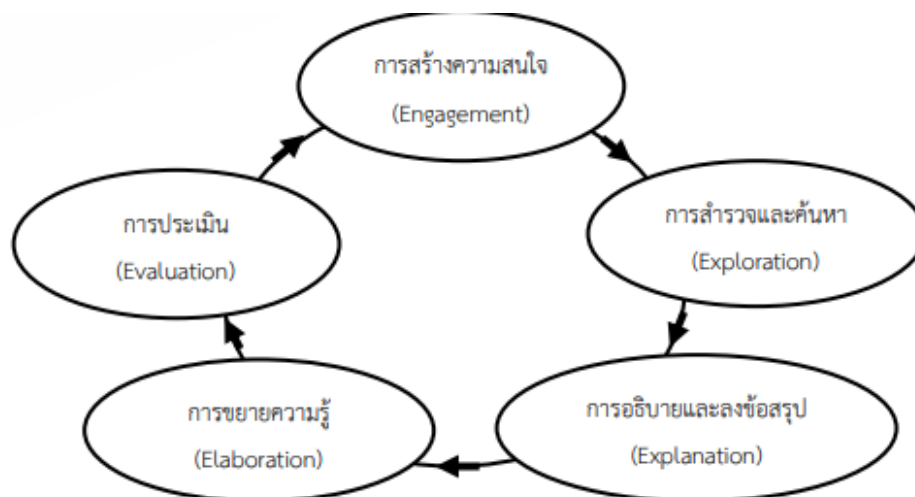
รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ (inquiry base learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อจุดประสงค์ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theory) ซึ่งได้เสนอแนวคิดทฤษฎี Constructivism เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเปิดทางให้นักศึกษาได้ใช้ความสามารถในการค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง ตั้งสมมุติฐานและหาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีหน้าที่ให้คำแนะนำ และสนับสนุนระหว่างการจัดการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะสามารถจัดการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ผู้เรียนสนใจ ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมุติฐานด้วยตัวผู้เรียน และหาข้อมูล คำตอบของสมมุติฐานด้วยตนเองเช่นกัน

3. ขั้นอธิบาย (Explanation) นำความรู้ที่ได้ค้นคว้าด้วยตนเองไปตรวจสอบ วิเคราะห์และสรุปผล โดยผู้สอนมีหน้าที่แนะนำ

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นำความรู้เชื่อมโยงกับความรู้เดิม และเชื่อมโยงความรู้เดิมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่กว้างขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) การประเมินการเรียนรู้ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้



รูปที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบ 5E model

2.3 ขั้นตอนและบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวถึงขั้นตอนและบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	ลักษณะของกิจกรรม	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้น หรือท้าทายให้ผู้เรียนสนใจ สงสัย ใคร่อยากรู้อยากเห็น หรือขัดแย้ง เกิดปัญหา ทำให้ผู้เรียนต้องการศึกษา ค้นคว้า	1. เชื่อมโยงกับความรู้เดิม 2. แปลกใหม่ ผู้เรียนไม่เคยพบมาก่อน 3) ยั่วเย้า ท้าทาย น่าสนใจ ใคร่รู้ 4. เปิดโอกาสให้มีแนวทางการตรวจสอบอย่าง	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด 4. ใช้เวลาผู้เรียนคิดก่อนตอบคำถาม หรือไม่เร่งเร็วในการตอบคำถาม 5. ดึงเอาคำตอบ	1. ตั้งคำถาม 2. ตอบคำถาม 3. แสดงความคิดเห็น 4. กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจให้ชัดเจน 5. แสดงความสนใจ

	ทดลองหรือ แก้ปัญหา	หลากหลาย 5. นำไปสู่ กระบวนการ ตรวจสอบด้วยตัว ของผู้เรียนเอง	หรือความคิดที่ยังไม่ ครอบคลุมสิ่งที่ นักเรียนรู้ 6. เปิดโอกาสให้ ผู้เรียนทำความเข้าใจ กระจ่างในปัญหาที่ จะสำรวจตรวจสอบ	
2. ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration)	จัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ ให้ผู้เรียนสำรวจ ตรวจสอบปัญหา หรือประเด็นที่ ผู้เรียนสนใจใคร่รู้	1. ผู้เรียนได้ เรียนรู้วิธีแสวงหา ความรู้ด้วยตนเอง 2. ผู้เรียนทำงาน ตามคิดอย่าง อิสระ 3. ผู้เรียน ตั้งสมมติฐานได้ หลากหลาย 4. พิจารณาข้อมูล และข้อเท็จจริงที่ ปรากฏแล้ว กำหนดสมมติฐาน ที่เป็นไปได้ 5. ผู้เรียนวางแผน แนวทางการ สำรวจ ตรวจสอบ 6. ผู้เรียน วิเคราะห์ อภิปรายเกี่ยวกับ กระบวนการ สำรวจตรวจสอบ 7. ผู้เรียนได้ลงมือ	1. เปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้วิเคราะห์ กระบวนการสำรวจ ตรวจสอบ 2. ถามเพื่อนำไปสู่ การสำรวจ ตรวจสอบด้วย ตนเอง 3. ส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ตรวจสอบด้วย ตนเอง 4. ใช้เวลาผู้เรียนใน การคิดไตร่ตรอง ปัญหา 5. ฟังการโต้ตอบกัน ของผู้เรียน 6. ทำหน้าที่ในการ ให้คำปรึกษา 7. อำนวยความสะดวก	1. คิดอย่างอิสระ แต่อยู่ในขอบเขต ของกิจกรรม 2. ตั้งสมมติฐานที่ เป็นไปได้โดยการ อภิปราย 3. พิจารณา สมมติฐานที่เป็นไป ได้โดยการอภิปราย 4. ระดมความ คิดเห็นในการ แก้ปัญหาการ ตรวจสอบ 5. ตรวจสอบ สมมติฐานอย่างเป็น ระบบขั้นตอน ถูกต้อง 6. บันทึกการ สังเกตหรือผลการ สำรวจตรวจสอบ อย่างเป็นระบบ ละเอียดรอบคอบ 7. กระตือรือร้น มุ่งมั่นในการสำรวจ

		ปฏิบัติในการ สำรวจตรวจสอบ		ตรวจสอบ
3. ชั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)	ครูจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ ที่ให้ผู้เรียน วิเคราะห์ อธิบาย ความรู้หรือ อภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นซึ่งกัน และกันเกี่ยวกับ สิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือสิ่งที่ค้นพบ เพื่อให้ผู้เรียนได้ พัฒนาความรู้ ความเข้าใจใน องค์ความรู้ที่ได้ อย่างชัดเจน	1. ผู้เรียนได้นำ ข้อมูลที่ได้จาก การสำรวจ ตรวจสอบมา 1.1 วิเคราะห์ แปลผล 1.2 สรุปผล สอดคล้องกับ ข้อมูล ถูกต้อง เชื่อถือได้ 1.3 อภิปรายผล อย่าง สมเหตุสมผล 1.4 นำเสนอ ผลงานในรูปแบบ ต่าง ๆ	1. ส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้อธิบายผลการ สำรวจตรวจสอบ และแนวคิด ฯลฯ ด้วยคำพูดของ ผู้เรียนเอง 2. ให้ผู้เรียน เชื่อมโยง ประสบการณ์และ ความรู้เดิมมาใช้ใน การอธิบาย 3. ให้ผู้เรียนอธิบาย โดยอ้างอิงเหตุผล หลักการทาง วิชาการหรือ หลักฐานประกอบ 4. ให้ความสนใจกับ ค าอธิบายของ ผู้เรียน	1. อธิบายการ แก้ปัญหาหรือผล การสำรวจ ตรวจสอบที่ได้ 2. อธิบายผลการ สำรวจตรวจสอบ สอดคล้องกับ ข้อมูล 3. อธิบายโดย อ้างอิงเหตุผล หลักการทาง วิชาการและ หลักฐานประกอบ 4. ฟังการอธิบาย ของผู้อื่นแล้วคิด วิเคราะห์อภิปราย 5. ซักถามเกี่ยวกับ สิ่งที่เพื่อนอธิบาย
4. ขยาย ความรู้ (Elaboration)	ผู้สอนจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ ที่เปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้ขยาย หรือเพิ่มเติม ความรู้ความ เข้าใจในองค์ ความรู้ใหม่ให้ กว้างขวาง กระจำจ สบูรณ์ และลึกซึ้งยิ่งขึ้น	1. ให้ผู้เรียนมี ความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบ ความคิดให้กว้าง ขึ้น 2. ให้ผู้เรียน เชื่อมโยงความรู้ เดิมไปสู่ความรู้ ใหม่ 3. ให้ผู้เรียนนำ ความรู้ใหม่ไปสู่ การศึกษาทดลอง	1. ส่งเสริมให้ผู้เรียน ขยายแนวคิดและ ทักษะจากการ สำรวจตรวจสอบ 2. ส่งเสริมให้ผู้เรียน เชื่อมโยงความรู้จาก การสำรวจ ตรวจสอบกับความรู้ อื่น ๆ	1. ใช้ข้อมูลจากการ สำรวจตรวจสอบ ไปอธิบายหรือนำ ทักษะจากการ สำรวจตรวจสอบ ไปใช้ใน สถานการณ์ใหม่ที่ คล้ายกับ สถานการณ์เดิม 2. นำข้อมูลจาก การสำรวจ ตรวจสอบไปสร้าง

		เพิ่มขึ้น 4. ให้ผู้เรียนนำ ความรู้ที่ได้ไป ประยุกต์ใช้ใน เรื่องอื่นหรือ สถานการณ์อื่น		ความรู้ใหม่ 3. นำความรู้ใหม่ เชื่อมโยงกับความรู้ เดิมเพื่ออธิบาย หรือนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน
5. ^{ขั้น} ประเมินผล (Evaluation)	ผู้สอนจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ ที่เปิดโอกาสให้ ผู้เรียนวิเคราะห์ วิจารณ์หรือ อภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้ซึ่งกันและ กัน เปรียบเทียบ ประเมิน ปรับปรุง หรือทบทวนใหม่	1. มีการ ตรวจสอบ ความถูกต้องของ องค์ความรู้และ กระบวนการที่ได้ โดย 1.1 วิเคราะห์ แลกเปลี่ยน ความรู้ ซึ่งกันและกัน 1.2 อภิปราย ประเมิน ปรับปรุง หรือเพิ่มเติมทั้ง กระบวนการและ องค์ความรู้ 1.3 เปรียบเทียบ ผลการสำรวจ ตรวจสอบกับ สมมติฐานที่ กำหนดไว้	1. ถามคำถามเพื่อ นำไปสู่การประเมิน 2. ส่งเสริมให้ผู้เรียน ประเมิน กระบวนการและ องค์ความรู้ด้วย ตนเอง 3. ให้ผู้เรียน วิเคราะห์สิ่งที่ควร ปรับปรุงแก้ไขใน การสำรวจ ตรวจสอบ	1. วิเคราะห์ กระบวนการสร้าง ความรู้ด้วยตนเอง 2. ถามคำถามที่ เกี่ยวข้องจากการ สังเกตหลักฐาน และคำอธิบายซึ่ง อาจนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบใหม่ 3 ประเมิน ความก้าวหน้าและ ความรู้ของตนเอง

สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

1. ค่าเฉลี่ย (Mean)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad (1)$$

โดยที่

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum_{i=1}^N X_i$ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

S คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x คือ ข้อมูลแต่ละจำนวน

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น

N คือ จำนวนข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

3. ค่าร้อยละ

$$\text{Percentage}(\%) = \frac{X \cdot 100}{N} \quad (3)$$

X คือ ข้อมูลแต่ละจำนวน

N คือ จำนวนข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รุจภา ประถมวงษ์ (2551) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่6 ในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้5ขั้น เทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้7ขั้น ผลการวิจัยพบว่า จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้5ขั้นและจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7ขั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน

ศิลา สงอาจันต์(2551) ได้ศึกษาการคิดวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่6โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้5ขั้นซึ่งแบบแผนการวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลองโดยใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้5ขั้น มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

Cepni, Sahin and Ipek (2010) ได้ทำการศึกษาผลของมโนทัศน์ เรื่องการจมน้ำและการลอยที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับเทคนิคทำนายสังเกตอธิบาย(POE) การเปลี่ยนกรอบมโนทัศน์(CCT) และ การใช้เนื้อหาสั้น ๆ ในรูปแบบการตูนเพื่อสอนเกี่ยวกับแนวคิด (CC) โดยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาผลการสอนหลังจากใช้วิธีการดังกล่าวแล้ว ที่มีต่อการเปลี่ยนมโนทัศน์เกี่ยวกับการจมน้ำและการลอย โดยกลุ่มทดลองได้รับการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับ หลายเทคนิคและกลุ่มทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 5E ของกระทรวงศึกษาธิการ พบว่ากลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่ถูกต้องหลังได้รับการสอนด้วยรูปแบบดังกล่าวสูงกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ที่ .05

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาแขนงวิชาเทคโนโลยีเครื่องกลจำนวน 16 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเขียนแบบวิศวกรรมเครื่องกล ในภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

3.2 สื่อการสอน

โมเดลรูปเรขาคณิตถูกใช้เพื่อเป็นสื่อการสอนในเรื่องภาพถ่ายหลายมุมมอง ผู้วิจัยได้ออกแบบโมเดล 3 มิติ โดยติดตั้งตารางฉากรับภาพในด้านต่างๆ ทั้ง 3 ด้านคือ ด้านหน้า (Front plane) ด้านบน (Top plane) และด้านข้าง (Right side plane) จากนั้นนำฉากรับภาพมาติดกับด้านที่ต้องการฉายให้ถูกต้อง และสุดท้ายติดสติ๊กเกอร์ต่างสีที่ฉากรับภาพ โดยใช้ไม้บรรทัดวัดขนาด และติดให้ถูกต้อง เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นกระบวนการฉายภาพในแต่ละมุมมอง 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



รูปที่ 2 โมเดล 3 มิติและฉากรับภาพจากเครื่องพิมพ์สามมิติ

3.3 การออกแบบการจัดการเรียนการสอน

กระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ STEM ในเนื้อหาภาพถ่ายหลายมุมมอง ได้ยึดกระบวนการของการออกแบบทางวิศวกรรมและสอดแทรกการบูรณาการในศาสตร์ต่างๆ โดยแบ่งขั้นตอนออกได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหา ด้วยการใช้เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันเพื่อใช้ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ในการจัดกระบวนการเรียนนี้ใช้ปรากฏการณ์ของการเล่นเงา โดยผู้สอนทำมือและฉายไฟให้เงาตกลงบนฉากรับภาพ เป็นรูปต่างๆ ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันตั้งสมมุติฐาน

ขั้นที่ 2 แบ่งกลุ่มผู้เรียนเพื่อค้นคว้าความรู้เรื่องภาพถ่ายในมุมมองต่างๆ ด้วยตัวเอง โดยใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นคว้าสืบเสาะ ผู้สอนมีหน้าที่ให้คำแนะนำและจำกัดขอบเขตการค้นคว้า

ขั้นที่ 3 ผู้สอนนำสื่อการสอนโมเดล 3มิติที่ออกแบบไว้ให้ผู้เรียนออกแบบกระบวนการทดลองเพื่อหาคำตอบตามสมมุติฐาน และใช้ความรู้ที่ได้จากกระบวนการสืบเสาะร่วมกับการใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมเพื่อหาคำตอบ

ขั้นที่ 4 ผู้เรียนร่วมกันวางแผนการทดลองเพื่อหาคำตอบโดยใช้ศาสตร์ที่หลากหลายเพื่อให้ได้คำตอบของสมมุติฐานที่ตั้งไว้ในขั้นแรก ผู้สอนมีหน้าที่เตรียมอุปกรณ์และจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม

ขั้นที่ 5 ผู้เรียนร่วมกันทดลองด้วยการติดสติ๊กเกอร์สีลงบนฉากรับภาพและประเมินการทดลองด้วยการเขียนภาพฉายลงบนกระดาษตามที่ติดสติ๊กเกอร์ไว้ เพื่อตรวจสอบการทดลอง ผู้สอนมีหน้าที่ให้คำแนะนำระหว่างการทดลอง ผู้สอนมีหน้าที่ชี้แนะแนวทางเพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผู้เรียนนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาและแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ต่อเพื่อนร่วมชั้น



รูปที่ 3 กิจกรรมระหว่างการเรียนรู้

3.4 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้

3.4.1 วิธีการประเมินผล

การวัดและประเมินผลสามารถจำแนกได้ออกเป็น 2วิธี โดยแตกต่างกันที่กระบวนการและจุดประสงค์ของการประเมิน [6]

1. การประเมินผลรวม (Summative Evaluation) เป็นการประเมินผลด้านคุณภาพ ความรู้ของผู้เรียน หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการเรียนรู้

2. การประเมินผลย่อย (Formative Evaluation) เป็นกระบวนการประเมินผลระหว่างการเรียนรู้ เน้นการสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้

3.4.2 การประเมินผลตามทักษะที่พึงประสงค์

การประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนตามศตวรรษที่ 21นี้ จำเป็นต้องประเมินผู้เรียนในหลากหลายด้านตามทักษะที่พึงประสงค์ ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ตามหลักของบลูม สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3ด้าน ดังนี้

1. พุทธิพิสัย (Cognitive domain) เป็นการประเมินด้านสติปัญญา ความรู้ที่เพิ่มขึ้นหลังจากการเรียนรู้ สามารถวัดผลได้จากข้อสอบก่อนเรียน หลังเรียน หรือการประเมินกระบวนการระหว่างการเรียน โดยใช้การประเมินแบบผลรวม

2. ทักษะพิสัย (Psychomotor domain) เป็นการประเมินผลด้านความสามารถ การปฏิบัติงาน การใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง ทักษะนี้ถูกประเมินด้วยการสังเกตผ่านเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก

3. จิตพิสัย (Affective domain) หมายถึงลักษณะทางอารมณ์ และคุณลักษณะทางด้านคุณธรรม จริยธรรม เช่นความรับผิดชอบ การมีส่วนร่วมกับการที่รับผิดชอบ ทักษะนี้ถูกประเมินจากการสังเกต เช่นเดียวกัน

การประเมินทั้งสามทักษะนี้สอดคล้องกับทักษะที่ผู้เรียนพึงมีในศตวรรษที่ 21 ดังที่กล่าวข้างต้น ซึ่งการประเมินสามารถทำการประเมินได้ตลอดทั้งกระบวนการ ดังรูปที่ 3

ขั้นตอน	กิจกรรม	ทักษะที่มุ่งหวัง	การประเมินผล
กำหนดปัญหา	- ประเมินความรู้ก่อนเรียน - กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน - กำหนดปัญหาหรือตั้งสมมุติฐานของกิจกรรมการเรียนรู้		
รวบรวมข้อมูล	- ผู้เรียนร่วมกันค้นคว้า สืบเสาะข้อมูล เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา		
ดำเนินการ	- ผู้เรียนร่วมกันวางแผนการดำเนินงาน - ผู้เรียนใช้เครื่องมือและปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง		
การประเมินผล	- ผู้เรียนร่วมกันตรวจสอบผลของการดำเนินงาน - ประเมินความรู้หลังเรียน		
รายงานการดำเนินการ	- ผู้เรียนนำเสนอวิธีคิด และการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาในกลุ่มของตนเอง - ผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้จากกิจกรรม		

 - พุทธิพิสัย
  - ทักษะพิสัย
  - จิตพิสัย
  การประเมินผลรวม
  การประเมินผลย่อย

รูปที่ 4 การวัดและประเมินผล

3.4.3 แบบสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน

แบบสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน ทั้งในด้านทักษะพิสัยและจิตพิสัยเป็นการประเมินผลตามสภาพที่แท้จริง มีองค์ประกอบคือ

- 1) เกณฑ์วัดผลสัมฤทธิ์ทางทักษะ (Criteria)
- 2) ระดับคะแนน (Score) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับคะแนนและเกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน	เกณฑ์วัดทางทักษะพิสัย	เกณฑ์วัดทางจิตพิสัย
3	สามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง	พฤติกรรมแสดงออกบ่อยครั้ง
2	ปฏิบัติได้ด้วยตนเองบางครั้ง	พฤติกรรมแสดงออกบางครั้ง
1	ปฏิบัติได้ด้วยตนเองน้อยครั้ง	พฤติกรรมแสดงออกน้อยครั้ง
0	ไม่สามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง	ไม่มีพฤติกรรมนั้น

บทที่ 4

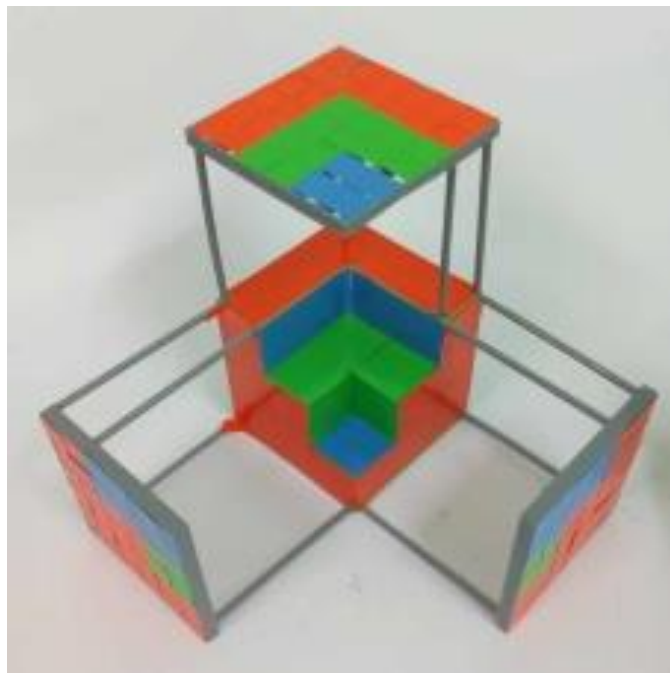
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 2 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนวิชา อส 5002212 เขียนแบบวิศวกรรมเครื่องกลการร่วมกับเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์ 3 มิติ โดยผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ของ นักศึกษาหมู่เรียน 661545801 จำนวน 31 คน

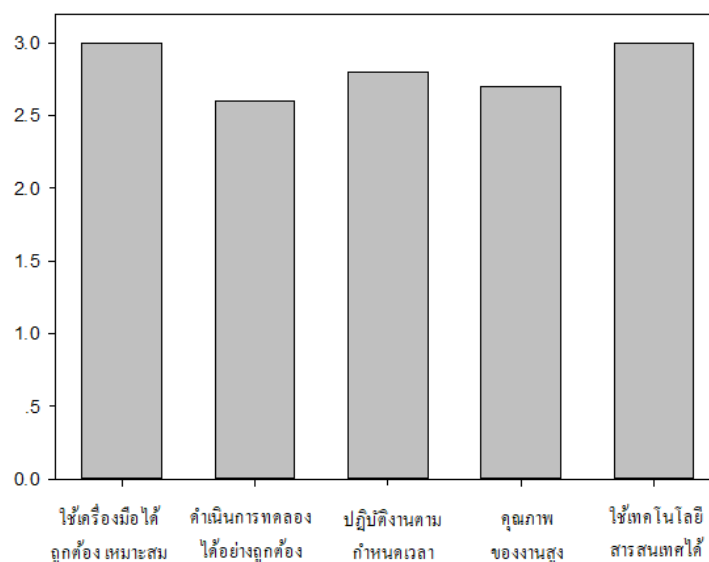
ผลการเรียน	n	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	S.D.
ก่อนเรียน	31	20	7.64	38.2	1.58
หลังเรียน	31	20	15.83	61.8	1.33

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอส 5002212 เขียนแบบวิศวกรรมเครื่องกล โดยรวมคะแนนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.64 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.36 คะแนน คะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 15.83 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.48 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน จากผลของคะแนนหลังเรียนที่สูงกว่าก่อนเรียนจึงสามารถกล่าวได้ว่า เครื่องมือที่ใช้มีประสิทธิภาพ



รูปที่ 5 ผลการปฏิบัติงานเรื่องภาพถ่ายหลายมุมมอง

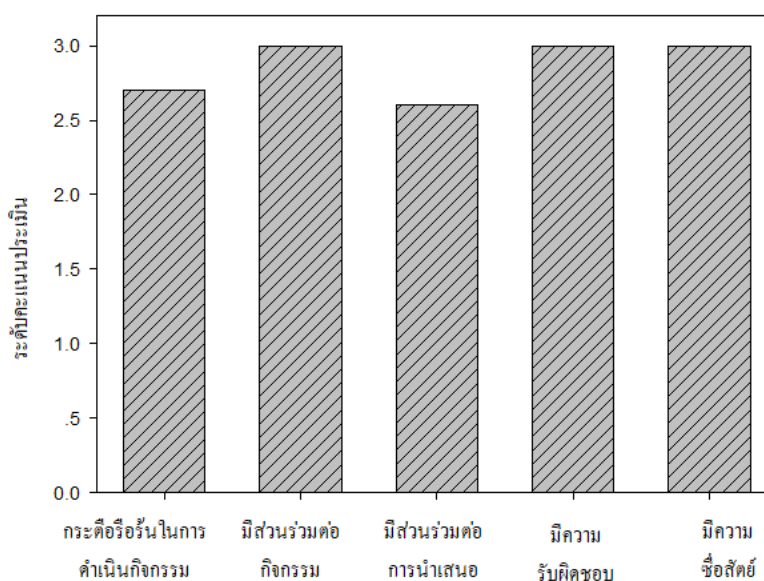
4.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านการปฏิบัติงาน (ทักษะพิสัย) ของนักศึกษาหมู่เรียน 661545801 จำนวน 31 คน



รูปที่ 6 ผลการประเมินผลผู้เรียนด้านทักษะพิสัย

ผลการประเมินการปฏิบัติงานของผู้เรียนด้านการปฏิบัติงาน พบว่าค่าเฉลี่ยของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM นั้นมีทักษะการปฏิบัติงานที่ดี โดยผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้เอง โดยอาจมีบางหัวข้อที่ต้องให้ผู้สอนแนะนำ เช่นการดำเนินการทดลอง และความถูกต้องของงาน

4.3 ผลสัมฤทธิ์ด้านการด้านพฤติกรรม (จิตพิสัย)



รูปที่ 6 ผลการประเมินผลผู้เรียนด้านจิตพิสัย

ผลการประเมินผู้เรียนด้านพฤติกรรมของผู้เรียนจากการสังเกตระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าผู้เรียนนั้นมีส่วนร่วมต่อกิจกรรม มีความรับผิดชอบและความซื่อสัตย์ในระดับสูง อีกทั้งการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนมีส่วนร่วม ทำให้กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ STEM ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องภาพฉายหลายมุมมอง มีส่วนช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะจากกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงศักยภาพในแต่ละด้านอย่างเต็มที่ ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะผู้เรียนที่พึงประสงค์ในศตวรรษที่ 21

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีวิธีการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองในรายวิชาอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน
2. ควรทำการทดลองสอนเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา 2 กลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งเรียนแบบวิธีสอนปกติและอีกกลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้สถานการณ์จำลอง

บรรณานุกรม

กิดานันท์ มะลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่๒. กรุงเทพมหานคร :อรุณการพิมพ์, 2543.

เจริญ พร ดีลา. (2554). ทฤษฎีการเรียนรู้ ของ Bloom (Bloom's Taxonomy).เข้าถึงได้จาก <https://www.l3nr.org/posts/478812>.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ:

แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอร์เช้นทีศนา แชมมณี. **ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**.พิมพ์ครั้งที่10 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

ประภัสสร แก้วพิลาธมย์. (2554). การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้5Esที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา,มหาวิทยาลัยขอนแก่น).

รุจภา ประถมวงษ์. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E).วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา,คณะศึกษาศาสตร์,มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ศิลา สงอาจันต์. (2551). ผลของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน,คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยทักษิณ.

Cepni, Sahin & Ipek, (2010). Teaching floating and sinking concepts with different methods and techniques based on the 5E instructional model. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching. 11(2), 1-39.