

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการการพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ระยะที่ 2 ศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยทั้ง 2 ระยะ มีผลการวิจัย ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ดังนี้

4.1.1 ผลการศึกษาหลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา สรุปผลได้ดังนี้

1. ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะที่สำคัญในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนและยังพบว่า การคิดวิเคราะห์เป็นทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นในการดำรงอยู่ในสังคมยุคโลกาภิวัตน์ (วิจารณ์ พานิช, 2556) ควรมีการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะ 3R4C ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในปฏิบัติจริงมีการพัฒนากระบวนการคิด โดยเฉพาะการคิดวิเคราะห์

2. การพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จะต้องให้นักเรียนฝึกคิด ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จากสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลอง โดยมีผู้สอนคอยให้คำปรึกษาอย่างต่อเนื่อง

3. การเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอน ในปัจจุบันพบว่ายังการจัดการเรียนรู้ต้องให้ความสำคัญกับผู้เรียน โดยใช้การสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จากการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้

เพื่อป้องกันและแก้ไข้ปัญหา โดยส่งเสริมการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงและฝึกปฏิบัติให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ, 2545) ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับนโยบายการศึกษาที่เน้นส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2554 มาตราฐานที่ 4 ระบุว่า ผู้เรียนต้องมีความสามารถในทักษะการคิดขั้นสูง ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ญาณ คิดสร้างสรรค์ คิดสังเคราะห์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2549) และสอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษ 21 พบว่า การคิดวิเคราะห์เป็นทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็น ในการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันในสังคมยุคโลกาภิวัตน์ (วิจารณ์ พานิช, 2556) ดังนั้น ในการส่งเสริมการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ควรใช้ปัญหาหรือคำถามเป็นตัวนำ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย อยากรู้ อยากเห็น จนนำไปสู่การค้นหาความจริงหรือแนวทางในการแก้ไข้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง

4. การเรียนรู้ตามหลักสะเต็มศึกษา จะต้องมีการวิเคราะห์เนื้อหาและบูรณาการให้ครอบคลุมความรู้ของศาสตร์ทั้ง 4 วิชา รวมถึงพิจารณาถึงความสามารถในการทำงานแบบร่วมมือระหว่างผู้สอนที่อยู่ต่างกลุ่มสาระวิชา ตลอดจนบริบทการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียน

5. การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยส่งเสริมและเพิ่มโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาและค้นคว้าด้วยตนเองได้ตลอดเวลา ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้นักเรียนรู้จักคิดลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น รวมทั้งการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น

6. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ที่ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน จะต้องเป็นการประเมินนักเรียนตามสภาพจริง เพื่อให้สามารถวัดนักเรียนได้อย่างรอบด้าน โดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและประเมินเพื่อนร่วมชั้นด้วย

7. การวิจัยและพัฒนาแบบ R & D เป็นการวิจัยที่มีความเหมาะสม ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นการหาคำตอบเกี่ยวกับคุณภาพและประสิทธิภาพของต้นแบบหรือชิ้นงานที่พัฒนาขึ้นใหม่ เพื่อให้ได้กระบวนการ วิธีการ แนวปฏิบัติและสิ่งประดิษฐ์ที่จะขยายความรู้ใหม่ทางการศึกษา ก่อนนำนวัตกรรมไปใช้ในการจัดการศึกษา

8. การพัฒนาบทเรียนด้วย ADDIE Model เป็นการออกแบบระบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมและเป็นมาตรฐานที่มีกระบวนการพัฒนาโปรแกรมการสอน มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้และการประเมินผล ซึ่งแต่ละขั้นตอนเป็นแนวทางที่มีลักษณะยืดหยุ่น สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1.2 ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพปัญหาและความต้องการในด้านการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งการจัดการเรียนการสอนตามหลักการสะเต็มศึกษา พบว่า จากนโยบายการปฏิรูปการศึกษา ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พบว่า การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ให้ความสำคัญกับผู้เรียนจากการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา โดยส่งเสริม การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น (พระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ, 2545) และการศึกษาไทยยังไม่สามารถพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียนได้เท่าที่ควร เนื่องจากการจัดการเรียนการสอน ยังมุ่งสอนให้นักเรียนคิดตามครูผู้สอนป้อนความรู้มากกว่าให้คิดสิ่งใหม่ ตลอดจนหลักสูตรที่ใช้มีความล้าสมัย ไม่มีการปรับเปลี่ยนหลักสูตรให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลง ของโลกปัจจุบัน ไม่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในปัจจุบันและอนาคต ขาดการบูรณาการ รายวิชาในแต่ละหลักสูตร สภาพปัญหานักเรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ยังเป็นปัญหาอยู่และเพื่อให้ การจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ได้มีการนำเสนอการปฏิรูปการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวทางและหลักการ ของสะเต็มศึกษา ที่มีการจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิต รวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์และผลิตชิ้นงานอย่างเป็นอิสระ

4.1.3 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

เป็นการสรุปผลความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า รูปแบบ การเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา มี 5 องค์ประกอบ ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่สร้างเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษา

จากภาพที่ 4.1 องค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา เพื่อสร้างเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษา มีรายละเอียด ดังนี้

1. โมดูลคลังความรู้ (Knowledge Module) เป็นแหล่งความรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียนเข้ามาสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหา สื่อ กิจกรรมหรือแหล่งข้อมูล ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

1.1 คลิปข่าวหรือคลิปการทดลอง เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ระบุ URL ที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมหรือการทดลองนั้น เพื่อส่งเสริม สนับสนุน ผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดจากการทดลอง หรือสถานการณ์จริง

1.2 ใบบันทึกกิจกรรม โดยมีการออกแบบ เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ส่งเสริม สนับสนุน ผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด โดยผู้เรียนสามารถบันทึกกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน จากแบบฟอร์มที่ออกแบบไว้ในแต่ละกิจกรรม

1.3 ใบความรู้ เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ส่งเสริม ผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดจากการศึกษาและทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น

1.4 แบบบันทึกผลการทดลองหลังการปฏิบัติ เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียน ให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด โดยผู้เรียนสรุปองค์ความรู้จากการทดลองและมีการให้ผู้เรียนเสนอแนะแนวทางปรับปรุงแก้ไข

2. โมดูลการสอน (Teaching Module) เป็นขั้นตอนการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยกระบวนการจะครอบคลุมกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้จะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับกระบวนการคิดวิเคราะห์และพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนจะนำความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีมาออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการเพื่อสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน โดยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Prepare : P) เป็นส่วนที่ผู้สอนเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนโดยการให้คำแนะนำ หรือปฐมนิเทศนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ศึกษาข้อมูล / ปัญหา (Search : S) เป็นส่วนที่ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้าทำความเข้าใจในประเด็นปัญหาหรือกิจกรรมให้กระจ่างชัด เพื่อหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ปัญหาจากคลังความรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้

ขั้นที่ 3 ตั้งสมมุติฐาน (Hypothesis : H) เป็นส่วนที่ให้นักเรียนตั้งสมมุติฐานจากกิจกรรมตามที่สาธิตหรือคลิปวิดีโอ ให้นักเรียนฝึกการทดลองตามตัวอย่าง โดยอาจมีการปรับเปลี่ยนวัสดุอื่นที่เหมาะสมแล้วเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้ว่าสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งหรือไม่

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ (Action : A) ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรม / แผนการเรียนรู้ที่กำหนด ซึ่งอาจจะทำงานเดี่ยวหรืองานกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนฝึกแก้ไขปัญหาจากโจทย์ปัญหา สถานการณ์จำลอง โดยให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้ไปพิสูจน์หรือทดลองตามสมมุติฐาน เพื่อพิจารณาคัดเลือกคำตอบหรือแนวทางในแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงาน (Presentation : P) ให้ผู้เรียนนำผลงานมานำเสนอแนวคิด / สาธิต อธิบาย อภิปรายผล แลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือนำเสนอในรูปแบบสื่อมัลติมีเดีย โดยผู้เรียนหรือกลุ่มจะต้องนำเสนอผลงานที่ได้ดำเนินการตามกิจกรรมให้เป็นลักษณะความคิดรวบยอด (Conceptual)

ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation : E) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการประเมินประเมินผลตามวัตถุประสงค์

3. โมดูลการช่วยเหลือ (Coaching Module) เป็นส่วนที่ผู้สอนให้ความช่วยเหลือผู้เรียน ในขณะที่ดำเนินการตามกิจกรรมการเรียนรู้หรือเกิดปัญหาข้อสงสัย เช่น ตอบปัญหาผ่านเว็บบอร์ด ห้องสนทนา

4. โมดูลกลยุทธ์การเรียนรู้สะเต็ม (STEM Strategy Module) เป็นส่วนของการเรียนรู้ตามหลักการสะเต็มศึกษา (STEM) โดยเน้นการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม ร่วมกับการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning: PBL) เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

5. โมดูลการประเมินผล (Evaluation Module) เป็นส่วนที่ใช้ในประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้

รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาเพื่อสร้างเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษา มีขั้นตอนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม (Preparation : P)

การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ สนุกสนานและท้าทาย โดยทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่ ด้วยวิธีการนำเสนอเป้าหมายหรือสิ่งที่จะได้รับหลังสิ้นสุดการเรียนรู้ แนะนำเกี่ยวกับแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม ทักษะการเรียนรู้ จำเป็นต่อการเรียนรู้ นำเสนอบทเรียนโดยภาพรวม พร้อมทั้งหลักเกณฑ์การวัดและประเมินผล การเรียนรู้ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการวางแผนการเรียนรู้และเกิดข้อสงสัย อยากรู้ อยากเห็นในสิ่งที่ จะเรียนรู้ ซึ่งจะกระตุ้นผู้เรียนให้มีการพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ของตนเอง

ขั้นที่ 2 การศึกษาข้อมูล/ปัญหา (Search : S)

มีการระบุปัญหาโดยกำหนดโจทย์ปัญหา ตั้งคำถาม หรือการสร้างสถานการณ์ยั่วๆ ให้ผู้เรียนเกิดข้อ สงสัย อยากรู้ อยากเห็นในเรื่องราว เหตุการณ์ในสิ่งที่จะเรียนรู้ เพื่อกำหนดเป็นต้นเรื่อง กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจ ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องทุกที่ทุกเวลา จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายตามวัตถุประสงค์เพื่อค้นหา คำตอบ หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ โดยอาศัยทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยผู้สอนกำหนดโจทย์ปัญหา หรือตั้งคำถาม หรือสร้างสถานการณ์ขึ้น แล้วมอบหมายงานให้ผู้เรียนไปศึกษา ค้นคว้า เพื่อแสวงหาคำตอบด้วยตนเองหรือกลุ่ม จากนั้นส่งกลับมาให้ผู้สอนตรวจสอบและประเมินผล

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis : H)

การใช้วิธีตั้งสมมติฐานในการคาดคะเนคำตอบ หรือทางเลือกการแก้ไขปัญหาไว้ล่วงหน้าจากโจทย์ปัญหา ตั้งคำถามหรือสถานการณ์ที่สร้างขึ้น แล้วให้ผู้เรียนศึกษาและทำความเข้าใจในข้อมูลหลักฐาน ข้อเท็จจริงตามที่ปรากฏ จากนั้นนำมาจัดเรียงอย่างเป็นระบบเพื่อเป็นตั้งสมมติฐาน แล้วส่งไปให้ผู้สอนตรวจสอบสมมติฐานเบื้องต้น และส่งผลตอบกลับมาให้ผู้เรียนเพื่อดำเนินการพิสูจน์หรือทดลองค้นหาความจริงตามสมมติฐานที่กำหนดด้วยตนเองหรือกลุ่ม โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะการคิดวิเคราะห์ในการจำแนก การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์หาข้อผิดพลาด การสรุปอ้างอิงเป็นหลักการและการคาดคะเน คำตอบ จนได้ผลสรุปคำตอบ ยืนยันเหตุผลเพื่อการตัดสินใจ คัดเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา ตามผลที่ได้จากการพิสูจน์ตามสมมติฐาน จากนั้นผู้เรียนส่งผลการวิเคราะห์กลับไปให้ผู้สอน ตรวจสอบและประเมินผล

ขั้นที่ 4 การลงมือปฏิบัติ (Action : A)

การลงมือปฏิบัติงานเมื่อผู้เรียนเข้าใจปัญหาและตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหา ก็จะสามารถออกแบบการทดลองและใช้เทคนิควิธีถูกต้อง และการดำเนินการทดลองมีขั้นตอนที่ชัดเจน ครบถ้วนถูกต้อง มีกระบวนการทำซ้ำและการเก็บข้อมูลได้ละเอียดรอบครอบครบถ้วน เมื่อผู้เรียนได้ทำการออกแบบขั้นตอนการทดลองและทดสอบ โดยการทำซ้ำแล้วผู้เรียนสามารถส่งผลขั้นตอนการออกแบบทดลองหรือชิ้นงานมายังผู้สอนเพื่อตรวจสอบ และประเมินผลว่าได้ครบถ้วนถูกต้องตามที่ต้องการวัดหรือไม่

ขั้นที่ 5 การเสนอผลงาน (Presentation : P)

การนำเสนอผลงานเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เกิดความกล้าในการแสดงออก โดยจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่มและในชั้นเรียนสม่ำเสมอ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา อีกทั้งยังเป็น การปลูกฝังค่านิยมจริยธรรมที่ถูกต้องดีงามในการดำรงชีวิตในสังคม เช่น การอภิปราย การแสดงความคิดเห็น การสาธิตผลงาน จากนั้นให้ผู้เรียนศึกษาและทำความเข้าใจหลักเกณฑ์ แนวปฏิบัติ พร้อมทั้งเข้าร่วมในทุกกิจกรรมการนำเสนอผลงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์ ผลงานผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ผ่านช่องทางการสื่อสารที่หลากหลาย เช่น ห้องสนทนา เว็บบอร์ด การเขียนอนุทิน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการยอมรับ การกระทำของตนเองและยอมรับความเห็นที่เห็นที่แตกต่าง อันจะนำไปสู่การเรียนรู้และเข้าใจบทบาท การเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี สามารถดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

ขั้นที่ 6 การประเมินผล (Evaluation : E)

การใช้วิธีการประเมินตามสภาพจริงและความสามารถในการประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม การประเมินประเมินผลตามวัตถุประสงค์ เช่น การทำแบบทดสอบ หรือส่งใบงานที่ได้รับมอบหมาย เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พฤติกรรมการเรียนรู้ โดยผลการประเมิน จะบันทึกลงในโมดูลการสอนเพื่อตรวจสอบ ติดตามความเคลื่อนไหวของผู้เรียน เช่น ประเมินโดยผู้สอน ผู้เรียนประเมินตนเอง ผู้เรียนประเมินเพื่อนร่วมชั้น อีกทั้งยังเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์ ผลงานผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ผ่านช่องทางการสื่อสาร ที่หลากหลาย เช่น ห้องสนทนา เว็บบอร์ด การเขียนอนุทิน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการยอมรับ การกระทำของตนเองและยอมรับความเห็นที่เห็นที่แตกต่าง อันจะนำไปสู่การเรียนรู้และเข้าใจบทบาท การเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี สามารถดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

4.1.4 ผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

4.1.5 ผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้ ผลการประเมินความเหมาะสมรูปแบบจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ที่ได้แสดงความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษา ออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา จำนวน 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านแนวคิดและทฤษฎีในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ ได้ผลการประเมินความ เหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

ผลการประเมินความเหมาะสมด้านแนวคิดและทฤษฎีในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความ เหมาะสม
	\bar{X}	S.D.	
1. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้	3.80	0.45	มาก
2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับหลักการของการเรียนรู้สะเต็ม ศึกษา	4.40	0.55	มาก
3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับหลักการของการเรียนรู้แบบ ออนไลน์	4.00	0.00	มาก

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	\bar{x}	S.D.	
4. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	4.20	0.45	มาก
5. ทักษะการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์	4.00	0.71	มาก
รวม	4.08	0.49	มาก

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านแนวคิดและทฤษฎีในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยภาพรวม พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}=4.08$, S.D. =0.49)

2. ด้านองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ ได้ผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

ผลการประเมินความเหมาะสมด้านองค์ประกอบและหลักการของรูปแบบการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	\bar{x}	S.D.	
1. องค์ประกอบและหลักการ	4.00	0.71	มาก
2. หน้าที่ (Function) ของแต่ละโมดูลในองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้	3.80	0.45	มาก
3. ความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันในแต่ละโมดูลในองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้	3.80	0.45	มาก
4. ขั้นตอนการทำงานในแต่ละโมดูลในองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้	3.20	0.45	ปานกลาง
5. ด้านการส่งเสริมผู้เรียนให้ทักษะการคิดวิเคราะห์ตามรูปแบบการเรียนรู้	3.60	0.55	มาก
รวม	3.68	0.56	มาก

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินความเหมาะสมในด้านองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ โดยภาพรวม พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}=3.68$, S.D. =0.56)

3. ด้านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ได้ผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิ
ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

ผลการประเมินความเหมาะสมด้านขั้นตอนการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความ เหมาะสม
	\bar{x}	S.D.	
1. ขั้นตอนการเรียนรู้	4.20	0.45	มาก
2. การจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์	3.40	0.55	ปานกลาง
3. การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์	3.60	0.55	มาก
4. บทบาทของผู้เรียนในการดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบการเรียนรู้	3.80	0.45	มาก
5. บทบาทของผู้สอนในการดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบการเรียนรู้	3.60	0.55	มาก
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้	3.80	0.45	มาก
รวม	3.73	0.52	มาก

จากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินความเหมาะสมในด้านขั้นตอนการเรียนรู้โดยภาพรวม พบว่า
ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่า มีความเหมาะสมในระดับ ($\bar{x}=3.73$, S.D. =0.52)

4. ความเหมาะสมด้านการนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้งานได้ผลการประเมินความเหมาะสม
จากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4

ผลการประเมินความเหมาะสมด้านการนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้งาน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความ เหมาะสม
	\bar{x}	S.D.	
1. ด้านองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้มีกระบวนการ ทำงานที่สอดคล้องและสัมพันธ์กันโดยภาพรวม	4.40	0.55	มาก
2. กระบวนการจัดการการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบ การเรียนรู้มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กันโดยภาพรวม	3.80	0.45	มาก

(ต่อ)

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	\bar{X}	S.D.	
3. การจัดกิจกรรม แหล่งเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยภาพรวม	3.40	0.55	ปานกลาง
4. ด้านการนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้งานจริงในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์	3.80	0.45	มาก
รวม	3.76	0.44	มาก

จากตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความเหมาะสมในด้านการนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้งาน โดยภาพรวม พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่ามีเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}=3.76$, S.D. =0.44)

4.2 ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา สรุปได้ดังนี้

4.2.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้

1. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้ ใช้เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน รหัสวิชา ค 22101 จำนวน 1.5 หน่วยกิต โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 5 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1 อัตราส่วนและร้อยละ

หน่วยที่ 2 การวัด

หน่วยที่ 3 แผนภูมิรูปวงกลม

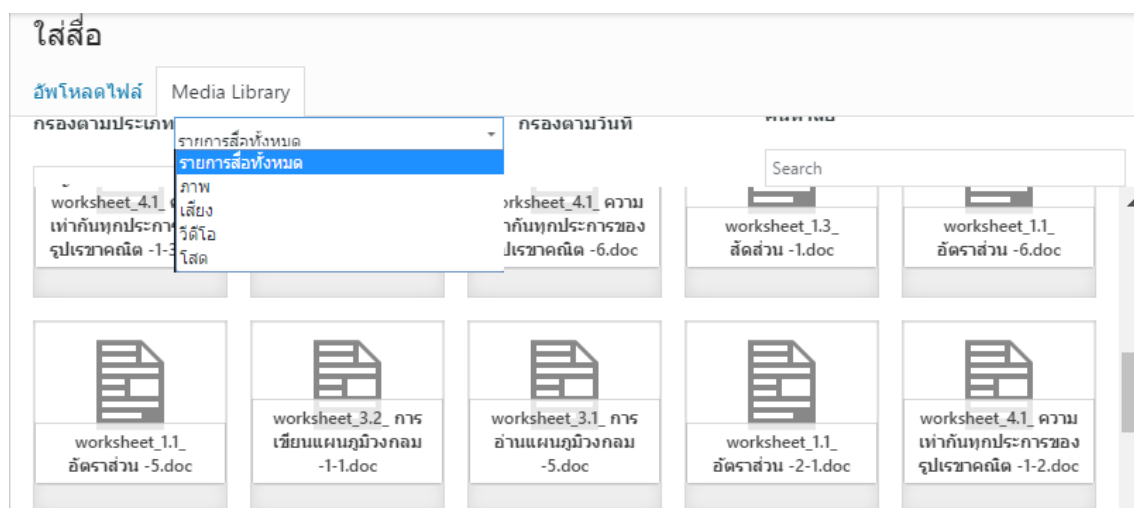
หน่วยที่ 4 ความเท่ากันทุกประการ

หน่วยที่ 5 การแปลงทางเรขาคณิต

ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรมเวิร์ดเพอร์สในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ผู้ใช้สามารถเข้าไปใช้งาน <http://q-learning.net> โดยแต่ละองค์ประกอบได้มีการนำเสนอภาพตัวอย่าง ดังนี้

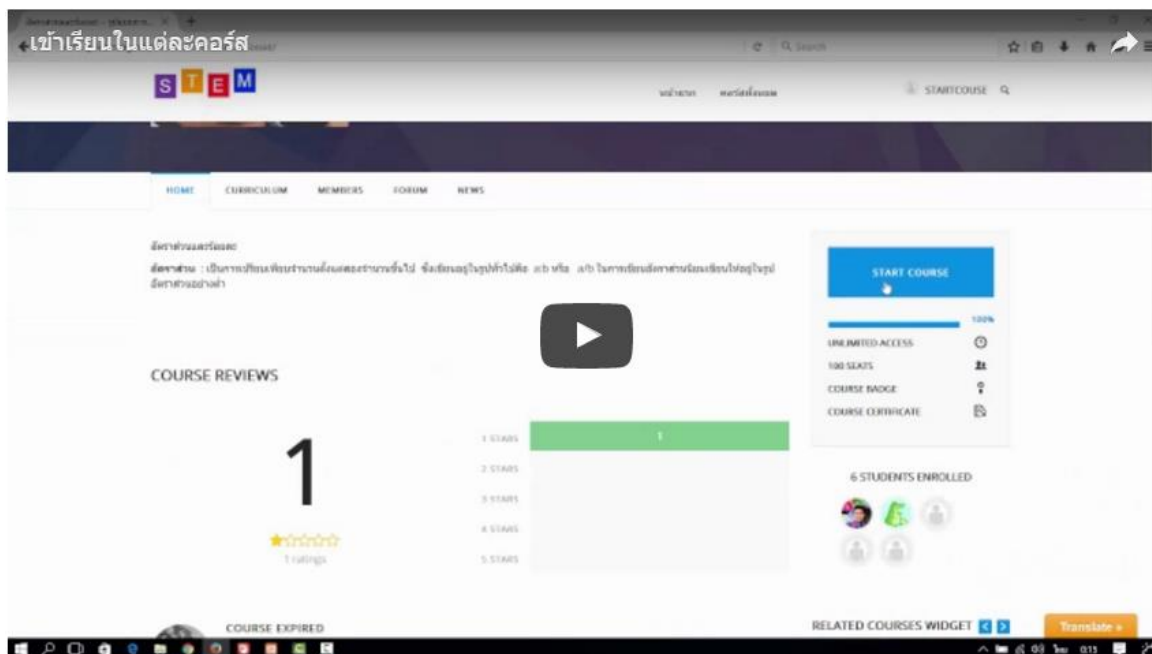
1.1 โมดูลคลังความรู้ (Knowledge Module) เป็นแหล่งความรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียนเข้ามาสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหา สื่อ กิจกรรมหรือแหล่งข้อมูลที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 โมดูลคลังความรู้ (Knowledge Module)

1.2 โมดูลการสอน (Teaching Module) เป็นขั้นตอนการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยกระบวนการจะครอบคลุมกับแนวคิดในการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้จะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับกระบวนการคิดวิเคราะห์และพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยที่ผู้เรียนจะนำความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน โดยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Prepare : P) เป็นส่วนที่ผู้สอนเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนโดยการให้คำแนะนำหรือปฐมนิเทศนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ชั้นเตรียมความพร้อม (Prepare : P)

ขั้นที่ 2 ศึกษาข้อมูล / ปัญหา (Search : S) เป็นส่วนที่ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้าทำความเข้าใจ ในประเด็นปัญหาหรือกิจกรรมให้กระจ่างชัด เพื่อหาวิธีการ หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ปัญหา จากคลังความรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ ดังภาพที่ 4.4



อัตราส่วนและร้อยละ
 ★★★★★ (1 รีวิว) 65 นักเรียน
 อัตราส่วนและร้อยละ

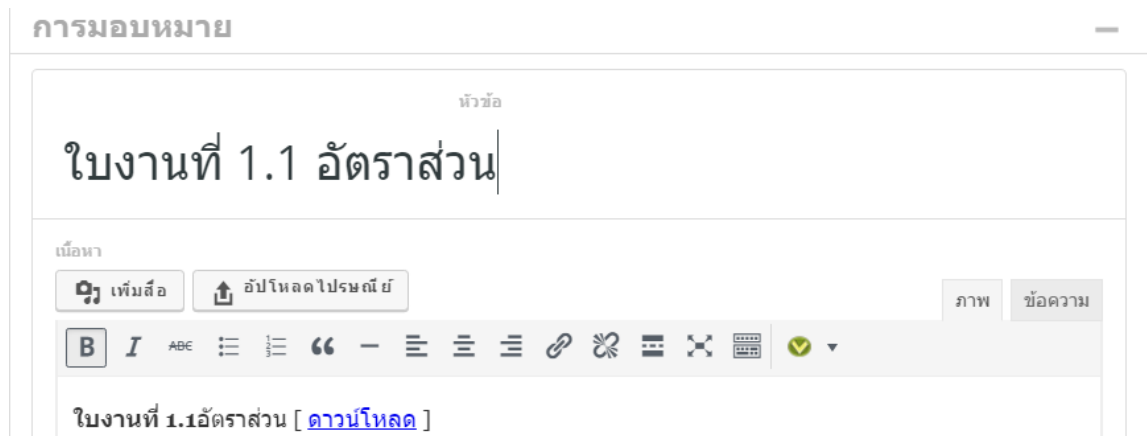


อ. กุริพงษ์ทองแข็ง (ดูแลระบบ)

ดำเนินการต่อ
หลักสูตร

ภาพที่ 4.4 ศึกษาข้อมูล / ปัญหา (Search : S)

ขั้นที่ 3 ตั้งสมมุติฐาน (Hypothesis : H) เป็นส่วนที่ให้นักเรียนฝึกตั้งสมมุติฐานจากใบงาน กิจกรรม โดยศึกษาจากตัวอย่าง เช่น คลิปวิดีโอหรือใบความรู้ จากนั้นให้นักเรียนลงมือตั้งสมมุติฐานด้วยตนเอง ดังภาพ 4.5



ภาพที่ 4.5 ตั้งสมมุติฐาน (Hypothesis : H)

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ (Action : A) ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรม/แผนการเรียนรู้ที่กำหนด ซึ่งอาจจะทำงานเดี่ยวหรืองานกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนฝึกแก้ไขปัญหาจากโจทย์ปัญหา สถานการณ์จำลอง โดยให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้ไปพิสูจน์หรือทดลองตามสมมุติฐาน เพื่อพิจารณาคัดเลือกคำตอบหรือแนวทางในแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม ดังภาพที่ 4.6



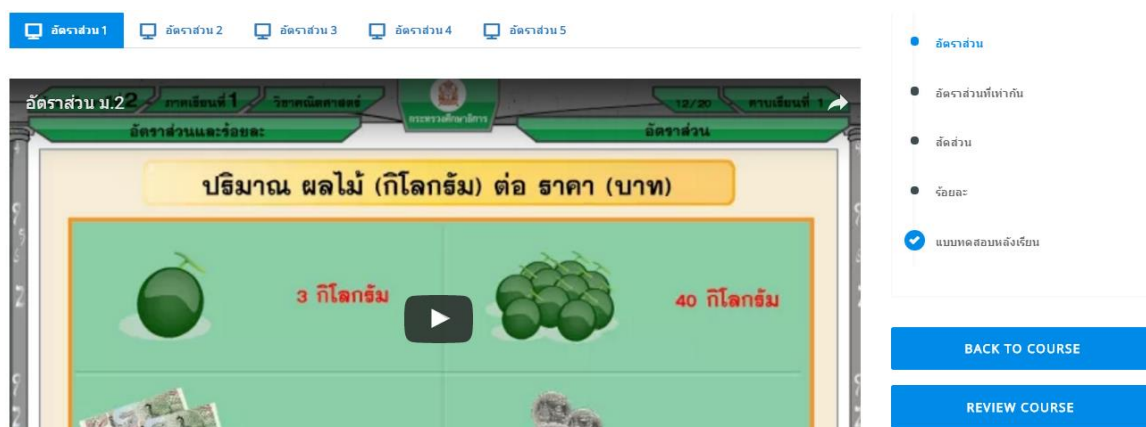
ภาพที่ 4.6 ชั้นลงมือปฏิบัติ (Action : A)

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงาน (Present : P) ให้ผู้เรียนนำผลงานมานำเสนอแนวคิด / สาธิต อธิบาย อภิปรายผล แลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือนำเสนอในรูปแบบสื่อดิจิทัล โดยผู้เรียนหรือกลุ่ม จะต้องนำเสนอผลงานที่ได้ดำเนินการตามกิจกรรมให้เป็นลักษณะความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation : E) เป็นการประเมินผลการเรียน โดยใช้รูปแบบการวัด และประเมินผลที่หลากหลาย โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการประเมินประเมินผล ตามวัตถุประสงค์

1.3 โมดูลการช่วยเหลือ (Coaching Module) เป็นส่วนที่ผู้สอนให้ความช่วยเหลือผู้เรียน ในขณะที่ดำเนินการตามกิจกรรมการเรียนรู้ หรือเกิดปัญหาข้อสงสัย เช่น ตอบปัญหาผ่านเว็บบอร์ด ห้องสนทนา

1.4 โมดูลกลยุทธ์การเรียนรู้สะเต็ม (STEM Strategy Module) เป็นส่วนของการเรียนรู้ ตามหลักการสะเต็มศึกษา (STEM) โดยเน้นการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม ร่วมกับการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning: PBL) เพื่อให้ผู้เรียน ได้ฝึกคิด ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 โมดูลกลยุทธ์การเรียนรู้สะเต็ม (STEM Strategy Module)

1.5 โมดูลการประเมินผล (Evaluation Module) เป็นส่วนที่ใช้ในประเมินการเรียนรู้ ของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

4.3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมรูปแบบการเรียนรู้

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยผลการวิเคราะห์แยกตามกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 คน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีการของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) แบ่งประเด็นการประเมินออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหาวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ 2) ด้านโจทย์ปัญหาการคิดวิเคราะห์และ 3) ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	\bar{X}	S.D.	
1. ด้านเนื้อหาและทรัพยากรการเรียนรู้	4.15	0.58	มาก
2. ด้านโจทย์ปัญหาการคิดวิเคราะห์	4.25	0.54	มาก
3. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้	4.18	0.55	มาก
เฉลี่ยรวม	4.19	0.56	มาก

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ ตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา พบว่า ทุกด้านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

2. การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและวิธีการ จำนวน 5 คน ที่มีต่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ ตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยใช้แบบสอบถาม แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีการของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) แบ่งประเด็น การประเมินออกเป็น 5 ด้านได้แก่ 1) ด้านการออกแบบบทเรียน 2) ด้านการบริหารจัดการบทเรียน 3) ด้านการจัดการคลังความรู้ 4) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และ 5) ด้านกิจกรรมการวัดและ ประเมินผล ผลได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและวิธีการ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความ เหมาะสม
	\bar{X}	S.D.	
1. ด้านการออกแบบบทเรียน	4.20	0.57	มาก
2. ด้านการบริหารจัดการบทเรียน	4.26	0.56	มาก
3. ด้านการจัดการคลังความรู้	4.36	0.53	มาก
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	4.42	0.50	มาก
5. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้และประเมินผล	4.32	0.55	มาก
เฉลี่ยรวม	4.27	0.54	มาก

จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและวิธีการที่มี ต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ที่ ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา พบว่า ทุกด้านความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

4.4 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ ตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับ มัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้ทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน โดยเริ่มจากให้ผู้เรียนทำการทดสอบก่อน

เรียน จากนั้นจึงทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์จนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้วจึงทดสอบหลังเรียน จากนั้นจึงนำผลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	S.D	ค่าประสิทธิภาพ
ก่อนเรียน	30	342	11.40	1.38	1.02
หลังเรียน	30	694	23.13	1.78	

จากตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ตามเกณฑ์เมกุยแกนส์ มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1.02 จึงสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เมกุยแกนส์

4.5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้กับผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามปกติ

ผู้วิจัยวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถ ในการคิดของ สุปัตรา แสงสุวรรณ (2549, น.76-83) ซึ่งได้ประยุกต์ใช้กรอบแนวคิดและทฤษฎีของบลูม (Bloom, B. S) ใน Taxonomy of Education Objectives The Classification of Education Goals (1972) ในการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นแบบวัดแบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test) 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ จากนั้นจึงได้เปรียบเทียบหาความแตกต่างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติการทดสอบ T-Test (Independent Sample) ได้ผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน (30 คะแนน)				
		\bar{X}	S.D	df	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	30	15.07	1.87	60	4.102	.000*
กลุ่มควบคุม	32	13.06	1.97			

หมายเหตุ *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา กับผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามปกติ

4.6 ผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา จำนวน 30 คน โดยใช้แบบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของ ชำนาญ ด่านคำ (2559) ซึ่งดัดแปลงจาก สิงห์ ไทยวงศ์ (2547) เป็นแบบสอบถามแบบประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน จำนวน 34 ข้อ แบ่งออกเป็น 10 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านทัศนคติในการเรียน 2) ด้านแรงจูงใจ 3) ด้านการจัดการเวลาเพื่อการเรียน 4) ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับการปฏิบัติตนในการเรียน 5) ด้านการมีสมาธิต่อการเรียน 6) ด้านความกระตือรือร้นในการ

ค้นหาความรู้ 7) ด้านความสามารถในการจับประเด็นในบทเรียน 8) ด้านการใช้เทคนิคและอุปกรณ์ช่วยเหลือในการเรียน 9) ด้านการทบทวนและการเตรียมตัวเข้าเรียน 10) ด้านการเตรียมตัวสอบ ได้ผลดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความพึงพอใจ
	\bar{X}	S.D.	
1. ด้านทัศนคติในการเรียน	4.01	0.68	มาก
2. ด้านแรงจูงใจ	4.05	0.72	มาก
3. ด้านการจัดการเวลาเพื่อการเรียน	4.15	0.66	มาก
4. ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับการปฏิบัติตนในการเรียน	3.90	0.84	มาก
5. ด้านการมีสมาธิต่อการเรียน	3.90	0.68	มาก
6. ด้านความกระตือรือร้นในการค้นหาความรู้	3.88	0.85	มาก
7. ด้านความสามารถในการจับประเด็นในบทเรียน	3.79	0.89	มาก
8. ด้านการใช้เทคนิคและอุปกรณ์ช่วยเหลือในการเรียน	4.07	0.65	มาก
9. ด้านการทบทวนและการเตรียมตัวเข้าเรียน	3.92	0.73	มาก
10. ด้านการเตรียมตัวสอบ	3.80	0.84	มาก
รวม	3.94	0.76	มาก

จากตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา พบว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกด้านมีการปฏิบัติงานอยู่ในระดับมาก

4.7 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้กับผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามปกติ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาความแตกต่างคะแนนก่อนเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา (กลุ่มทดลอง) กับผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้สถิติการทดสอบ T-Test (Independent) ได้ผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)				
		\bar{X}	S.D	df	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	30	23.13	1.78	60	3.779	.000*
กลุ่มควบคุม	32	21.19	2.23			

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา กับผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามปกติ

4.8 การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา จำนวน 30 คน โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีการของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) โดยประเมินความพึงพอใจจำนวน 6 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการออกแบบบทเรียน 2) ด้านการจัดการข้อมูลผู้เรียน 3) ด้านทรัพยากรการเรียนรู้ 4) ด้านขั้นตอนการเรียนรู้ 5) ด้านโจทย์ปัญหาการคิดวิเคราะห์ และ 6) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผล ได้ผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความพึงพอใจ
	\bar{X}	S.D.	
1. ด้านการออกแบบบทเรียน	4.08	0.66	มาก
2. ด้านการจัดการข้อมูลผู้เรียน	4.19	0.67	มาก
3. ด้านทรัพยากรการเรียนรู้	4.21	0.53	มาก
4. ด้านขั้นตอนการเรียนรู้	4.27	0.61	มาก
5. ด้านโจทย์ปัญหาการคิดวิเคราะห์	4.29	0.62	มาก
6. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผล	4.03	0.65	มาก
รวม	4.18	0.62	มาก

จากตารางที่ 4.11 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ ตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา พบว่า ทุกด้านมีความพึงพอใจในระดับมาก