

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง
เรื่อง แสงเชิงรังสี เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Learning Management Using Virtual Laboratory Simulation on
‘Radiation Light’ to Promote Scientific Competencies and Scientific Attitudes
of Grade 11 Learners

ARTICLE INFO

Article history:

Received 23 August 2022

Revised 28 December 2022

Accepted 31 January 2023

Available Online 28 August 2023

สถาพร อังชัน^{1,*} และ ไพศาล วรคำ²

Sathaphorn Aungchan^{1,*} and Paisarn Worakham²

ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to develop a learning management plan using virtual laboratory simulations about light; 2) to study the scientific competence of learners before and after learning using simulations in a virtual laboratory; and 3) to study scientific attitudes for learners before and after the learning management through virtual laboratory simulation. The study group were grade 11 students at the Roi Ed school in the first semester of the academic year 2021, there were 38 peoples. The research instruments were 1) 6 learning management plans using a virtual laboratory simulation on radiological lighting with 12 hours. 2) 15 items Scientific Competency Tests, and 3) 36 items Student’s Scientific Attitude Scale with 5–level estimator. The statistics used for data analysis were mean, percentage and standard deviation.

The results of the research were as follows: 1) The learning management plan by using virtual laboratory simulation on radiological light E_1/E_2 efficiency was at 77.49/83.68. 2) science competence of learners After being learning management using virtual laboratory simulation was at level 5 and 3) Learner’s Science Attitude by using simulating a virtual laboratory was at the highest level.

KEYWORDS: LEARNING MANAGEMENT ‘RADIATION LIGHT’ / VIRTUAL / SCIENTIFIC COMPETENCIES / SCIENTIFIC ATTITUDES

¹ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประเทศไทย
M.Ed. (Science Education), Faculty of Education, Rajabhat Mahasarakham University, Thailand.

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประเทศไทย
Assistant Professor, Faculty of Education, Rajabhat Maha Sarakham University, Thailand.

*Corresponding author; e–Mail address: 638010300118@rmu.ac.th



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี 2) เพื่อศึกษาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง และ 3) เพื่อศึกษา เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งใน จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 38 คน เครื่องมือวิจัยที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี จำนวน 6 แผนใช้เวลา 12 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ และ 3) แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 36 ข้อ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 77.49/83.68 2) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงอยู่ในระดับ 5 คือสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้ และ 3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แสงเชิงรังสี / ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง / สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ / เจตคติทางวิทยาศาสตร์

บทนำ

การปฏิรูปการศึกษามุ่งเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศ ว่าควรให้ประชากรไทยทุกคนมีรากฐานการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ตั้งแต่เยาว์วัยอย่างเพียงพอและพร้อมที่จะดำเนินชีวิตอย่างกลมกลืนกับธรรมชาติและรู้เท่าทันวิวัฒนาการของสากลโลก โดยเฉพาะการจัดการเรียนช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่การจัดการเรียนรู้เน้นเข้าสู่เฉพาะทางมากขึ้น มุ่งเน้นความสามารถ ความคิดระดับสูง ความถนัด และความต้องการของผู้เรียน ทั้งในด้านอาชีพ การศึกษาเฉพาะทาง ตลอดจนการศึกษาค้นคว้า การจัดการเรียนรู้จึงควรให้ตอบสนองต่อความสนใจของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนในสิ่งที่ตนสนใจ มุ่งเน้นการทำงานกลุ่ม การสอนแบบบูรณาการโครงการ การใช้หัวเรื่องในการจัดการเรียนการสอนเพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิด การค้นคว้าแสวงหาความรู้ สร้างความรู้ด้วยตนเองสามารถสร้างสรรค์ผลงานแล้วนำไปแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น ประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) สอดคล้องกับแนวคิดของ การประเมินผลผู้เรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ที่เป็นโครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Cooperation and Development หรือ OECD) ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อสำรวจว่าระบบการศึกษาของประเทศได้เตรียมเยาวชนของชาติให้พร้อมสำหรับการใช้ชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมในอนาคตเพียงพอหรือไม่ โดย PISA เน้นการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนวัย 15 ปี ที่จะใช้ความรู้และทักษะเพื่อเผชิญกับโลกในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน เลือกประเมินการรู้เรื่องในสามด้าน ได้แก่ การอ่าน (Reading Literacy) คณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) และประเมินต่อเนื่องกันทุก 3 ปีในแต่ละครั้งจะครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน แต่ให้น้ำหนักด้านใดด้านหนึ่งเป็นหลักโดยมีจำนวนข้อสอบมากกว่า 2 ด้านที่เหลือสำหรับวิทยาศาสตร์มี 4 องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ บริบท สมรรถนะ ความรู้ และเจตคติ ในการทำแบบทดสอบ PISA ผู้เรียนต้องมีและต้องใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านในการแก้ปัญหา ซึ่งอยู่ในรูปแบบของสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงและเกี่ยวข้องกับตัวเรา ท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก ซึ่งในการ ประเมินผลเรื่องวิทยาศาสตร์นั้น ต้องการหาคำตอบว่าผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่ได้ศึกษาเล่าเรียนในโรงเรียนไปใช้ในสถานการณ์ที่ผู้เรียนมีโอกาสที่จะต้องพบเจอในชีวิต

จริงได้หรือไม่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

คุณภาพการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยที่ผ่านมา พบว่ายังอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุง ทำให้เป็นปัญหาสืบเนื่องต่อความรู้ความสามารถในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขั้นสูงขึ้นไป ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดวิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) เป็นผลทำให้ผู้เรียนไม่สามารถแก้ไขสถานการณ์ได้ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนไม่สามารถที่จะถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากที่ได้เรียนมาใช้ในการสถานการณ์อื่นได้ และทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดี ซึ่งจะส่งผลทำให้ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ต่ำลง ซึ่งผลการประเมินจาก PISA 2006 ถึง PISA 2018 พบว่าผลการประเมินของผู้เรียนไทย ปี 2006 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 421 ปี 2009 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 425 ปี 2012 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 444 ปี 2015 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 421 และปี 2018 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 426 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ มีผลการประเมินต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD และผลการประเมินวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้นต่ำที่สุด การที่ประเทศไทยมีคะแนนการสอบ PISA ต่ำ มีผลต่อภาพลักษณ์ของประเทศไทยมาก ซึ่งผลในการสอบ PISA กระจายไปทั่วโลก มีการนำผลการสอบ PISA ไปใช้เป็นเกณฑ์หนึ่งในการจัดลำดับ ความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และใช้เป็นเกณฑ์หนึ่งในการพิจารณาความน่าลงทุนด้วย ซึ่งการสอบ PISA เป็นการสอบที่จำลองเหตุการณ์เพื่อให้ผู้เรียนมีการคิดแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านกระบวนการ ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของปัญหา ส่งผลให้ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ในปัจจุบันประเทศไทยเน้นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีพัฒนาและสนับสนุนการศึกษา เพื่อช่วยเพิ่มโอกาสทางการศึกษาให้แก่ผู้เรียนด้วยการเชื่อมต่อถึงกันของระบบการสื่อสาร ลดช่องว่างระหว่างผู้เรียนและผู้สอนได้มากยิ่งขึ้น ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ มากมายที่ผู้สอนสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในบรรดาสื่อการสอนที่ได้นำไปเป็นเครื่องช่วยการเรียนการสอนนั้นห้องปฏิบัติการเสมือนจริงออนไลน์ (Virtual Laboratory Simulation) ซึ่งเป็นสื่อมัลติมีเดียหรือสื่อผสมที่ใช้นำเสนอรายละเอียดแต่ละบทเรียนตามแผนการสอน การปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง (Virtual Laboratory Simulation) เป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยผู้สอนจัดสถานการณ์ขึ้นเลียนแบบของจริง โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการแก้ปัญหา ได้ใช้ทักษะกระบวนการคิดและการตัดสินใจจากสถานการณ์นั้น ๆ เป็นการจัดรูปแบบที่ให้ผู้เรียนทำการทดลองวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือน ผู้เรียนจะได้ลงมือทำการทดลองจริงโดยส่งคำสั่งออนไลน์ไปยังอุปกรณ์ที่ควบคุมเครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อให้ทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง และผู้เรียนสามารถทำการทดลองได้นอกสถานที่หรือนอกห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (ศุภฤกษ์ คำแปล, 2558) สามารถใช้เป็นสื่อประกอบการสอนให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเองสามารถใช้ประกอบการบรรยายปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายก่อนทดลองและหลังทดลอง และช่วยปรับปรุงเทคนิคการสอนของผู้สอน เป็นสื่อที่สามารถนำรูปแบบมาประกอบการสอนได้สะดวกรวดเร็วช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่ทันสมัย จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่าห้องปฏิบัติการเสมือนจริงออนไลน์จะช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาคิดแก้ปัญหาได้มากยิ่งขึ้นตอบสนองการเรียนรู้ที่แตกต่างระหว่างบุคคลทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และดึงดูดความสนใจของผู้เรียนอีกทั้งยังสามารถใช้ในการสอนได้หลากหลายแบบ (พจมาน เหล่าเจริญ, 2560) การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนร่วมกับการรูปแบบการสอนแบบ 5E ทำให้เกิดการได้มาซึ่งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่สอนและเจตคติเชิงบวกต่อฟิสิกส์ค่อนข้างสูงกว่าการสอนแบบดั้งเดิม (Sari, 2017) และการออกแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริงออนไลน์ที่สามารถใช้ในโรงเรียนมัธยม ผู้เรียนเกิดทักษะด้านสมรรถนะทางฟิสิกส์สูงขึ้นส่งผลให้เกิดองค์ความรู้ที่อยู่กับผู้เรียนอย่างคงทน (Masril, 2018)



นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบห้องปฏิบัติการจริงหรือการเรียนการสอนในรูปแบบเดิมทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจในการทำการทดลอง และผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ต่ำ ในการนำเทคโนโลยีเข้ามาเป็นสื่อการเรียนการสอนแทนห้องปฏิบัติการจริงในชั้นเรียน โดยการใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแล้วยังส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยห้องปฏิบัติการเสมือนจริงทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความพอใจความศรัทธา เห็นคุณค่าและประโยชน์ของการเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์การเลือกใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ทำให้เกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่สอนและเจตคติเชิงบวกทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างสูงกว่าการสอนแบบดั้งเดิม (Sari, 2017)

ด้วยเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงซึ่งเป็นสื่อการสอนและเป็นอีกรูปแบบการสอนหนึ่งที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง จะสามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี
3. เพื่อศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี

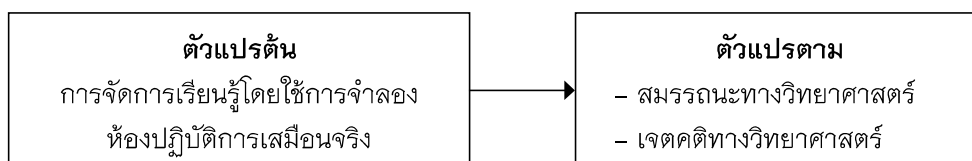
วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental) แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One Group Pretest-Posttest Design) (ไพศาล วรคำ, 2562)

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งใน จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงเชิงรังสี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 38 คน

กรอบแนวคิด



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี วิชาฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผนรวม 12 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงเชิงรังสี ชนิดข้อสอบแบบอัตนัย รวมจำนวน 5 สถานการณ์ รวม 15 ข้อ ใช้เวลา 120 นาที

3. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แบบมาตรฐานค่า 5 ระดับจำนวน 36 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One Group Pretest–Posttest Design) ซึ่งเป็นการเลือกกลุ่มทดลองมาหนึ่งกลุ่มแล้วทำการทดลองก่อนทำการทดสอบหาค่าคะแนนเฉลี่ยจากนั้นทำการทดลองกับการกระทำที่ต้องการวิจัยแล้วทำการทดสอบอีกครั้งหนึ่งหาค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 1 (ไพศาล วรคำ, 2562)

ตารางที่ 1 การวิจัยเชิงทดลองแบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง

การสุ่ม	กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
–	E	O ₁	X	O ₂

1. ทำการทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์เรื่องแสงซึ่งรังสีของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผนการเรียนรู้เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ทุกแผนการเรียนรู้แล้วผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นแบบอัตนัย รวมจำนวน 5 สถานการณ์ รวม 15 ข้อ ใช้เวลา 120 นาที

4. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงทุกแผนการเรียนรู้แล้วผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของจำนวน 6 ด้าน ด้านละ 6 ข้อ แบบเลือกตอบแบ่งเป็น 5 ระดับจำนวน 36 ข้อใช้เวลา 30 นาที ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

5. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วบันทึกผลเป็นคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วนำไปวิเคราะห์ผลตามวิธีการทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ในการกำหนดน้ำหนักคะแนน นำคะแนนไปหาค่าคะแนนเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) วิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ โดยมีค่า 6 ระดับ ใช้เกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2555)

$$\begin{aligned} \text{ความกว้างของอัตราส่วน} &= \frac{\text{คะแนนสูงสุด}-\text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} \\ &= \frac{30-1}{6} \\ &= 4.83 \end{aligned}$$

25.16 – 30.00 ระดับ 6 บริบทที่ไม่เคยชิน สร้างวิธีแก้ปัญหาใหม่
20.33 – 25.15 ระดับ 5 มีความซับซ้อน ภายใต้งานที่กำหนด



- 15.50 – 20.32 ระดับ 4 แก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน
 10.67 – 15.49 ระดับ 3 แก้ปัญหาที่ซับซ้อน
 5.84 – 10.66 ระดับ 2 แก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมา
 1.00 – 5.83 ระดับ 1 แก้ปัญหาด้วยวิธีที่คุ้นเคย

2. วิเคราะห์คะแนนที่ได้จากวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยการตรวจให้คะแนนแบบวัดเจตคติเชิงนิมิตและกลับค่าแบบวัดเจตคติเชิงนิมิตตามเกณฑ์ในการกำหนดน้ำหนักคะแนน นำคะแนนไปหาค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) วิเคราะห์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนเฉลี่ยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2555)

- 4.51 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด
 3.51 – 4.50 หมายถึง มาก
 2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง
 1.51 – 2.50 หมายถึง น้อย
 1.00 – 1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี

คะแนน	คะแนนเต็ม	จำนวนผู้เรียน	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	30	38	23.25	1.41	77.49
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	30	38	25.11	2.74	83.68
ประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้ (E_1/E_2) เท่ากับ 77.49/83.68					

จากตารางที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ เท่ากับ 77.49 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เท่ากับ 83.68 ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.49/83.68

2. ผลการศึกษาศมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี แสดงดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี

รายการ	คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
สมรรถนะ A การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์				
ก่อนเรียน	30	9.79	5.06	ระดับ 2
หลังเรียน	30	24.16	3.67	ระดับ 5

(ต่อ)

ตารางที่ 3 (ต่อ)

รายการ	คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
สมรรถนะ B การประเมินและออกแบบกระบวนการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
ก่อนเรียน	30	9.76	4.67	ระดับ 2
หลังเรียน	30	23.37	4.07	ระดับ 5
สมรรถนะ C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์				
ก่อนเรียน	30	8.71	3.60	ระดับ 2
หลังเรียน	30	23.08	3.89	ระดับ 5

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งใน จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 38 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี พบว่าคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 สถานการณ์ รวม 15 ข้อ ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดอัตนัย มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 สมรรถนะ ได้แก่สมรรถนะ A การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะ B การประเมินและออกแบบกระบวนการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะ C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ก่อนเรียนพบว่าผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะ A การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 2 คือสามารถแก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมาได้ ($\bar{X}=9.79$, S.D.=5.60) มีสมรรถนะ B การประเมินและออกแบบกระบวนการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 2 คือสามารถแก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมาได้ ($\bar{X}=9.76$, S.D.=4.67) และมีสมรรถนะ C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 2 คือสามารถแก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมาได้ ($\bar{X}=8.71$, S.D.=3.60)

หลังเรียนพบว่าผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะ A การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 5 คือสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้ ($\bar{X}=24.16$, S.D.=3.67) มีสมรรถนะ B การประเมินและออกแบบกระบวนการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 5 คือสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้ ($\bar{X}=23.37$, S.D.=4.07) และมีสมรรถนะ C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 5 คือสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้ ($\bar{X}=23.08$, S.D.=3.89)

3. ผลการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง แสดงดังตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง

รายการ	เจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ด้านที่ 1 ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น	4.86	0.20	มากที่สุด
ด้านที่ 2 ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม	4.79	0.23	มากที่สุด
ด้านที่ 3 ความมีเหตุผล	4.79	0.19	มากที่สุด
ด้านที่ 4 ความมีระเบียบและรอบคอบ	4.84	0.13	มากที่สุด

(ต่อ)



ตารางที่ 4 (ต่อ)

รายการ	เจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ด้านที่ 5 ความซื่อสัตย์	4.86	0.15	มากที่สุด
ด้านที่ 6 ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดของผู้อื่น	4.83	0.18	มากที่สุด
รวมทั้งหมด	4.83	0.07	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ทั้ง 6 ด้าน พบว่าผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.83$, S.D.=0.07) เมื่อพิจารณาเจตคติแต่ละด้าน พบว่าผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านที่ 1 ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.86$, S.D.=0.20) มีเจตคติด้านที่ 2 ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.79$, S.D.=0.23) มีเจตคติด้านที่ 3 ความมีเหตุผล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.79$, S.D.=0.19) มีเจตคติด้านที่ 4 ความระเบียบและรอบคอบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.84$, S.D.=0.13) มีเจตคติด้านที่ 5 ความซื่อสัตย์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.86$, S.D.=0.15) และมีเจตคติด้านที่ 6 ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดของผู้อื่น อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.83$, S.D.=0.07)

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้อภิปรายผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แสงเชิงรังสี ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 77.49/83.68 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้ โดย E_1 มีค่าเท่ากับ 77.49 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทุกคนที่ได้จาก ใบงาน ใบกิจกรรม และแบบบันทึกเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ที่ทำระหว่างการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมทุกกิจกรรมรวม และ E_2 เท่ากับ 83.68 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง โดยเริ่มมาจากการสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคโควิด 19 ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ โดยกิจกรรมที่ใช้ในการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีการทดลองและให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนจึงได้ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้แล้ว การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พจมาน เหล่าเจริญ (2560) ศึกษาการพัฒนาบทเรียนบนเว็บแบบจำลองสถานการณ์ เรื่อง โครงสร้างของพีชคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาบทเรียนบนเว็บแบบจำลองสถานการณ์ เรื่อง โครงสร้างของพีชคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X}=4.47$, S.D.=0.52) เมื่อจำแนกรายด้านพบว่า บทเรียนบนเว็บแบบจำลองสถานการณ์เรื่อง โครงสร้างของพีชคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.05/82.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

2. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี เมื่อพิจารณาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน พบว่า ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทุกสมรรถนะเพิ่มขึ้น จากระดับ 2 คือสามารถแก้ปัญหาไม่ซับซ้อน ให้เหตุผลตรงไปตรงมาได้ เป็นระดับ 5 คือสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้ โดยพบว่าหลังเรียน สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ สมรรถนะ A การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 5 คือ สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้ ($\bar{X}=24.16$, $S.D.=3.67$) รองลงมา คือ สมรรถนะ B การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 5 คือสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้ ($\bar{X}=23.37$, $S.D.=4.07$) และค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ สมรรถนะ C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 5 คือสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้ ($\bar{X}=23.08$, $S.D.=3.89$) ตามลำดับ เนื่องจากผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ที่ได้จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและทำการทดลองในรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาในบทเรียนกับการใช้ชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจกฎ หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ จารุณันท์ พากักดี (2563) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วสามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนมีการสร้างความรู้และได้ลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยผู้สอนจะทำการทดลองและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง ที่เป็นปัญหาจริงในการเรียนการสอน และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหา การแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน หลังเรียนพบว่า ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะ C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นสมรรถนะที่ผู้เรียนต้องใช้ความสามารถของบุคคลในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป และนำเสนอข้อมูลที่ได้รับมาในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การดูแผนภาพและการอ่านค่าจากกราฟ ซึ่งผู้เรียนยังขาดทักษะในการใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูล รวมถึงผู้เรียนจะต้องสามารถแปลงข้อมูลนั้นให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายแทนข้อมูลตัวเลข ซึ่งสมรรถนะ C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นสมรรถนะที่ต้องใช้ความรู้นอกเหนือจากรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แล้วแปลงข้อมูลในรูปแบบของกราฟ แผนภาพ หรือการแสดงในรูปแบบอื่น ๆ แทน นอกจากผู้สอนได้จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และคิดวิเคราะห์ในเนื้อหาวิชาที่เรียนแล้วผู้สอนยังแทรกเนื้อหาของรายวิชาอื่น ๆ ขณะการทำกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติภารกิจเสมือนจริงและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนได้ช่วยกันคิดและอธิบายการทดลองภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม และผู้สอนได้สอนวิธีการใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียน และให้ผู้เรียนทำการแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์แล้วลงข้อสรุปได้ถูกต้อง จนผู้เรียนเริ่มมีความเข้าใจเกี่ยวกับการระบุข้อสันนิษฐาน และให้เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่าสมรรถนะ C การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าสมรรถนะอื่น เนื่องจากผู้เรียนขาดความเข้าใจในการประเมินข้อมูลว่าข้อมูลใดสามารถใช้เป็นหลักฐานที่น่าเชื่อถือ และสร้างข้อสรุปที่มีความสอดคล้องระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานไม่ได้ เมื่อผู้เรียนขาดความเข้าใจเหล่านี้จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของหลักฐานและเหตุผลได้ สอดคล้องกับที่ ภัทราวรรณ ไชยมงคล (2560) กล่าวว่า ในการลงข้อสรุปต้องอ้างถึงหลักฐานหรือข้อมูลที่สมเหตุสมผลจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างข้อสรุปโดยใช้หลักฐานที่สมเหตุสมผลได้ จากนั้นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างการคาดการณ์และการรวบรวมหลักฐานหรือข้อมูลของกลุ่มตนเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบและการลงข้อสรุปหรือประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลายได้

3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี ผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.83$, $S.D.=0.07$) จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการ



เสมือนจริง เรื่อง แสงเชิงรังสี ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นอย่างดี ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมโดยการทำงานเป็นกลุ่มซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายในการปฏิบัติกิจกรรมทดลองนั้น ผู้เรียนได้มีการปรึกษาหารือกันภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม ผู้เรียนได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเป็นระยะ ๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดความมีระเบียบและรอบคอบในการทำงานและไม่ลอกผลงานผู้อื่นมาเป็นของตนเอง เนื่องจากผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีความเพียรพยายาม มีความมุ่งมั่นช่วยเหลือกันในการทำงานนั้นให้สำเร็จ สอดคล้องกับที่ ประสาท เนื่องเฉลิม (2557) กล่าวว่าหากผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการทำงานอย่างมีขั้นตอน ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ตามความสามารถของผู้เรียนจะส่งผลให้ผู้เรียนฝึกการทำงานเป็นกลุ่มรู้จักรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกันสร้างลักษณะนิสัยที่ดีในการทำงาน ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของตนเองมากขึ้น เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พัฒนชนน คงอยู่ และคณะ (2562) ได้ศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานเป็นฐาน พบว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานเป็นฐานในภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=4.19$, $S.D.=0.83$)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้

1. ผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้หลากหลาย เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนกับการใช้ชีวิตประจำวันได้ จะส่งผลที่ดีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมก่อนที่จะทำกิจกรรม และให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงบทบาทของตนเองในการทำกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ผู้วิจัยควรศึกษาและสำรวจความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทราบถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบดังกล่าว
2. ผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง มีความเหมาะสมใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทั้งยังช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการทดลองกระบวนการคิดวิเคราะห์ที่เป็นระบบ นอกจากนี้ยังควรศึกษาต่อว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง มีผลต่อพฤติกรรมของผู้เรียนด้านอื่น ๆ อีกหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์* (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จารุพันธ์ พากัฏฐิ. (2563). *การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2555). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). สุริยสาส์น.
- ประสาท เนื่องเฉลิม. (2556). *การเรียนการสอน*. บริษัทวีพีเอ็น.

- ปรียาภรณ์ คำพะริก. (2558). การสร้างเครื่องมือประเมินวินิจัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวทางการประเมินวินิจัยทางปัญญา [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พจมาน เหล่าเจริญ. (2560). การพัฒนาบทเรียนบนเว็บแบบจำลองสถานการณ์ เรื่อง โครงสร้างของพืช
วิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์].
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- พัฒนชนน คงอยู่, ภัทรภร ชัยประเสริฐ และศรัณย์ ภิบาลชนม์. (2562). การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงาน
เป็นฐาน เรื่องงานและพลังงานกรณีศึกษาโรงเรียนมัธยมวัดเขาสุกิม. *วารสารแสงอีสาน*, 16(2), 50–68.
- ไพศาล วรคำ. (2562). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 11). ตักสิลาการพิมพ์.
- ภัทราวรรณ ไชยมงคล. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย
กลวิธีการโต้แย้ง [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศุภฤกษ์ คำแปล. (2558). การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เครือข่ายคอมพิวเตอร์
[วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์*. ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์*. สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่านคณิตศาสตร์
และวิทยาศาสตร์*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- Sari, U., Hajjomer, A., Hassan, A. H., Guven, K., and Şen, O. F. (2017). Effects of the 5E Teaching Model Using
Interactive Simulation on Achievement and Attitude in Physics Education. *International Journal of
Innovation in Science and Mathematics Education*, 25(3), 20–35.