

การออกแบบพัฒนาแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงาเพื่อพัฒนาผู้เรียน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5

Design and development an interactive simulation on light and shade for formative assessment of Mathayomsuksa 5 Students

อาจารย์ ทองอ่อน^{1*} และเพ็ญศรี ประมุขกุล¹

Arjaree Thongon^{1*} and Pensri Pramukul¹

¹ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 50180

¹Department of Physics and General Science Faculty of Science and Technology Chiang Mai Rajabhat University 50180

*Corresponding author E-mail: Arjaree_tho@cmru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบพัฒนาแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริง โดยศึกษาหาประสิทธิภาพของแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงา (E1/E2) ตามเกณฑ์ 80/80 ศึกษาหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงา กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียน Wachirawit Chiang Mai School ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 22 คน การวิเคราะห์ผล ได้วิเคราะห์จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน การทำใบงาน การทำแบบทดสอบหลังเรียน และคำตอบจากแบบสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการใช้แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่อง แสงและเงา จากการวิจัยพบว่า (1) ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริง เรื่อง แสงและเงา มีค่าเท่ากับ 92.27/75.00 (2) นักเรียนส่วนใหญ่มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในกลุ่ม Medium gain (3) นักเรียนให้ผลความพึงพอใจในเชิงบวกที่ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.99 และผลความพึงพอใจในเชิงลบที่ระดับคะแนนเฉลี่ย 1.90 แสดงผลว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงในระดับพึงพอใจมาก แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงา นี้มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำสำคัญ: แสงและเงา, แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริง , การศึกษาทางฟิสิกส์

Abstract

This research aimed to design and develop an interactive virtual simulation, study its efficiency on Light and Shadow according to the 80/80 criterion (E1/E2), examine learning achievement, and assess student satisfaction with the simulation. The target group consisted of 22 grade 11 physics students at Wachirawit Chiang Mai School during the first semester of the 2023 academic year. The analysis is conducted using pre-tests, worksheets, post-tests, and responses from a satisfaction survey regarding the use of the interactive virtual simulation on Light and Shadow. The research findings shows that: (1) the efficiency of the interactive virtual simulation on Light and Shadow is 92.27/75.00, (2) most students demonstrated learning progress in the Medium gain group, and (3) students showed positive satisfaction with an average score of 3.99

and negative satisfaction with an average score of 1.90, indicating a high level of satisfaction with the use of the interactive virtual simulation. These results suggest that this interactive virtual simulation on Light and Shadow is suitable as an instructional tool for grade 11 physics students.

Keywords: Light and shade, interactive virtual simulation, Physics Education

บทนำ

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยต่อการพัฒนากระบวนการคิดของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของคนเราเป็นอย่างมากและถือได้ว่าเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ สามารถระบุปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สื่อสาร ความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าให้บุคคลอื่นฟัง นำความรู้กระบวนการวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับทักษะของเด็กในศตวรรษที่ 21 กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ

วิชาฟิสิกส์เป็นแขนงหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน แต่ในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนส่วนใหญ่จะเน้นการท่องจำตามตำรา ซึ่งทำให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจอย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับอัครฐิ นามะกันคำ (2550) ที่กล่าวถึงการสอนฟิสิกส์ของครูผู้สอนยังมีลักษณะเป็นศูนย์กลาง เน้นการบอกความรู้ การใช้สมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อมุ่งเน้นให้จดจำสมการ และนำไปใช้ จึงทำให้ผู้เรียนขาดความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ นักเรียนต้องมีความสามารถในการแปลความโจทย์ปัญหาไปเป็นประโยชน์สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ กราฟเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรฟิสิกส์ สมการต่าง ๆ ทางฟิสิกส์และทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (Redish, 1992) แต่พบว่านักเรียนไม่สามารถแสดงให้เห็นว่ามีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้ และไม่สามารถเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ อีกทั้งนักเรียนไม่มีทักษะในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์และการเขียนสรุปเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี, 2556) เพื่อแก้ปัญหาที่กล่าวมานั้น ผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีรูปแบบการสอนใหม่ ๆ รวมทั้งสื่อต่าง ๆ ที่น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ได้สะดวก ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เป็นหนึ่งในวิธีหนึ่งที่มีความนิยม เนื่องจากสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้มากกว่าการท่องจำในตำรา ผู้เรียนสามารถเห็นภาพการเกิดปรากฏการณ์ได้อย่างชัดเจน และลดความยุ่งยากในการเตรียมอุปกรณ์ การนำสื่อการสอนที่เรียกว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้จัดการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนสามารถได้รับความรู้และโต้ตอบได้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่ออกแบบให้ผู้เรียนสามารถปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมได้ตลอดเวลา และเป็นช่องทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ โดย ดาวรดา วีระพันธ์ และโยธิน กัลยาเลิศ (2561) ได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่องคลื่น พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง คลื่น รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐานร่วมกับการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ วรพงศ์ มัลลย์วงษ์ (2562) ที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติเรื่องการผลิตไฟฟ้า พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ นอกจากนี้ ชาณูวิทย์ คำเจริญ (2563) ยังได้มีการนำแบบจำลองโต้ตอบเสมือน

จริงมาใช้ในการสอนไฟฟ้ากระแสตรงพบว่านักศึกษาส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการใช้แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงในการเรียนการสอน โดยระบุว่า ช่วยให้นักศึกษาสามารถสร้างมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ตลอดจนสามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ปรากฏการณ์เรื่องแสงและเงาเป็นหัวข้อหนึ่งในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นการอธิบายถึงการเกิดเงามืด-เงามัว ตลอดจนมีการคำนวณขนาดของเงาที่เกิดขึ้น ซึ่งผู้เรียนมักจะได้ไม่ทำการทดลองเพื่อศึกษาปรากฏการณ์จริงเนื่องจากอุปกรณ์และสถานที่อาจจะไม่เอื้ออำนวย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะออกแบบและพัฒนาแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงาโดยสร้างแบบจำลองการเกิดเงาภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ที่สามารถเปลี่ยนค่าได้ มาใช้ในการสอนรูปแบบ 5E เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นปรากฏการณ์จำลองที่เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการเข้าใจ และนำไปใช้ได้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วย

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนวชิรวิทย์ เชียงใหม่ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 22 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มเป้าหมาย

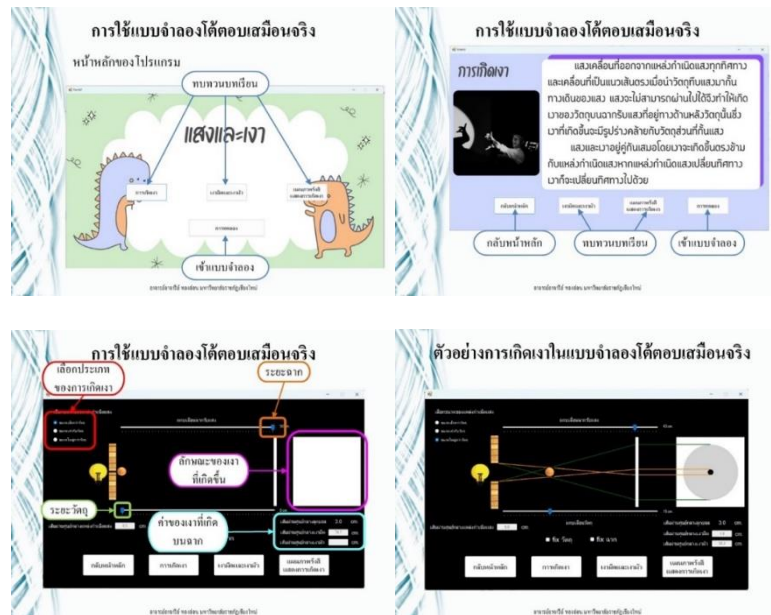
ผู้วิจัยคำนึงถึงการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มเป้าหมายโดยทำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลวิจัยต่อประธานคณะกรรมการประจำจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่โดยได้รับหมายเลขรับรอง IRBCMRU 2023/299.06.09 โดยให้การรับรองตั้งแต่วันที่ 21 กันยายน 2566 วันหมดอายุใบรับรองวันที่ 20 กันยายน 2567 ต่อจากนั้น ผู้วิจัยได้ชี้แจงกลุ่มเป้าหมายก่อนการเก็บข้อมูลวิจัย โดยอธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยให้กลุ่มเป้าหมายทราบ พร้อมทั้งแจ้งกลุ่มเป้าหมายให้ทราบว่า ผลการวิจัยที่ได้จากกลุ่มเป้าหมายจะถือเป็นความลับ โดยผลการวิจัยจะนำไปใช้ประโยชน์ในทางวิชาการเท่านั้น ผลการวิจัยจะไม่เปิดเผยชื่อของกลุ่มเป้าหมาย และ ข้อมูลทั้งหมดจะถูกทำลายภายในระยะเวลา 1 ปี เมื่องานวิจัยได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่แล้ว

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยข้อมูลเชิงปริมาณได้จากผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ การทำใบงานปฏิบัติการ และแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ โดยแบบทดสอบจะใช้เวลาทำ 15 นาที ก่อนและหลังการทำปฏิบัติการ และข้อมูลเชิงคุณภาพได้จากแบบสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงา ซึ่งประกอบไปด้วยคำถามทัศนคติเชิงบวก 8 ข้อ และทัศนคติเชิงลบ 4 ข้อ โดยมีระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ นักศึกษาทำแบบสำรวจความพึงพอใจหลังจากที่ทำแบบทดสอบและใช้เวลาทำ 10 นาที

การออกแบบพัฒนาแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริง

ผู้วิจัยศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเรื่อง แสงและเงา เพื่อนำมาออกแบบแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Visual Studio ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย โดยผู้เรียนสามารถเลือกหัวข้อที่สนใจได้ และในแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริง ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ได้ ดังภาพที่ 1 โดยในแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงจะแสดงผลที่เกิดขึ้นและขนาดของเงามืดและเงามัว ที่ได้จากการเปลี่ยนตำแหน่งและรูปแบบต่าง ๆ ดังที่ได้เลือกไว้



ภาพที่ 1 ภาพสถานการณ์จำลองการเกิดเงาในแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบก่อนเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างข้อสอบเพื่อวัดความรู้ในเรื่องแสงและเงาของนักเรียนทั้งก่อนและหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ

2. ใบงานปฏิบัติการเรื่องแสงและเงา

ผู้วิจัยสร้างใบงานปฏิบัติการที่สอดคล้องกับแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงาโดยผู้เรียนจะได้วาดรูปแสงและเงาที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสง และวัตถุใน 3 รูปแบบที่แตกต่างกัน โดยกำหนดค่าของระยะวัตถุ และระยะฉาก เพื่อใช้ในการคำนวณขนาดของเงาด้วยตัวเองเพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริง ตอบคำถามท้ายการทดลองในแต่ละตอน และสรุปผลการปฏิบัติการ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

3. แบบประเมินความพึงพอใจต่อการให้แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงา

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงา โดยแบบสำรวจที่สร้างขึ้นมีทั้งหมด 12 ข้อประกอบไปด้วยคำถามทัศนคติเชิงบวก 8 ข้อ (ข้อ 1, 3, 5, 6, 8, 9, 11 และ 12) และทัศนคติเชิงลบ 4 ข้อ (ข้อ 2, 4, 7 และ 10) โดยมีระดับคะแนนความคิดเห็น 5 ระดับ คือ 5 เห็นด้วยมากที่สุด 4 เห็นด้วยมาก 3 เห็นด้วยปานกลาง 2 เห็นด้วยน้อย และ 1 เห็นด้วยน้อยที่สุด จากนั้นแปลผลของระดับคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยเป็นระดับความพึงพอใจดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการแปลผลระดับคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินความพึงพอใจต่อการให้แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงา

ระดับคะแนนเฉลี่ย	การแปลผลของคำถามเชิงบวก	การแปลผลของคำถามเชิงลบ
4.21-5.00	มีความพึงพอใจมากที่สุด	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด
3.41-4.20	มีความพึงพอใจมาก	มีความพึงพอใจน้อย
2.61-3.40	มีความพึงพอใจปานกลาง	มีความพึงพอใจปานกลาง
1.81-2.60	มีความพึงพอใจน้อย	มีความพึงพอใจมาก
1.00-1.80	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด	มีความพึงพอใจมากที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดการเรียนการสอนเรื่องแสงและเงา โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ชี้แจงและแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน และทดสอบความพร้อมก่อนการทำการปฏิบัติการโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 15 นาที
2. ดำเนินการจัดการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาผลของการเกิดเงาจากรูปแบบการเกิดเงาแบบต่าง ๆ และบันทึกผลลงในใบงานปฏิบัติการเรื่อง แสงและเงา รวมทั้งตอบคำถามท้ายการทดลองในแต่ละตอนและสรุปผล
3. เมื่อผู้เรียนทำการปฏิบัติการครบแล้ว ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ทั้งหมด 10 ข้อ โดยใช้เวลาทำ 15 นาที แล้วจึงทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่อง แสงและเงา
4. นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากแบบทดสอบก่อนเรียน ใบงานปฏิบัติการ แบบทดสอบหลังเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงามาทำการวิเคราะห์ดังนี้

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงา ($E1/E2$) ตามเกณฑ์ 80/80

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100 \quad (1)$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ	E_1	คือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	E_2	คือ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum x$	คือ	คะแนนรวมระหว่างเรียน
	$\sum F$	คือ	คะแนนรวมของคะแนนสอบหลังเรียน
	N	คือ	จำนวนนักเรียน
	A	คือ	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
	B	คือ	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

2. ผู้วิจัยวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน ซึ่งประเมินผลด้วยวิธี Normalized Gain $\langle g \rangle$ (Richard R. Hake. 1998)

$$\langle g \rangle = \frac{[(\%post - test) - (\%pre - test)]}{(100\%) - (\%pre - test)} \quad (3)$$

โดยที่	$\langle g \rangle$	คือ	ค่า normalized gain
	$\%post - test$	คือ	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์
	$\%pre - test$	คือ	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

ซึ่งค่านี้แสดงค่าการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยแบ่งกลุ่มออกเป็นสามกลุ่มตามระดับของค่า normalized gain ออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับ คือ

“High gain” เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $<g> \geq 0.7$

“Medium gain” เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.7 > <g> \geq 0.3$

“Low gain” เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.3 > <g> \geq 0.0$

3. ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลความพึงพอใจต่อการใช้แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงาโดยใช้คะแนนเฉลี่ยในแต่ละข้อคำถามทั้งหมด 12 ข้อแปลผลเป็นระดับความพึงพอใจดังแสดงในตารางที่ 1

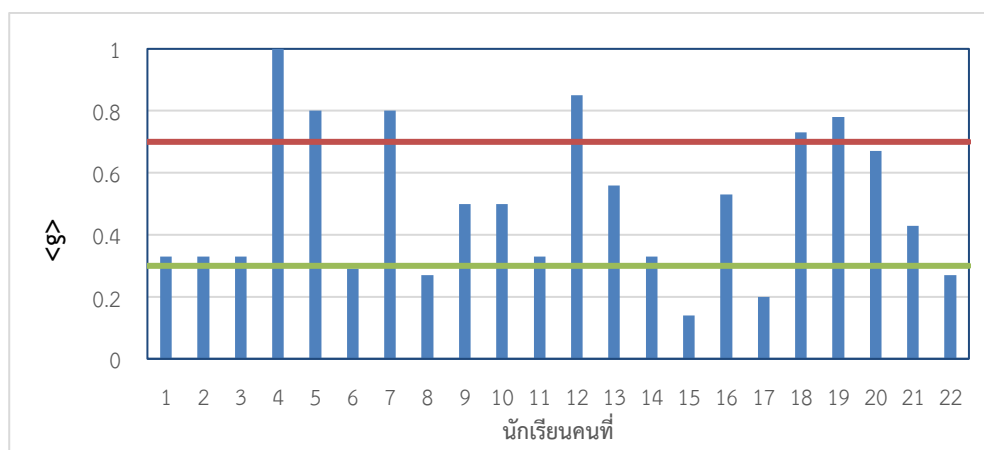
ผลการวิจัย

1. ผู้วิจัยนำคะแนนรวมระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนซึ่งมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงา (E1/E2) ตามเกณฑ์ 80/80 ผลการหาประสิทธิภาพจากคะแนนร้อยละของคะแนนระหว่างเรียน และคะแนนร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียน E1/E2 จำนวน 22 คน พบว่า ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่อง แสงและเงา มีค่าเท่ากับ 92.27/75.00 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพจากคะแนนร้อยละของคะแนนระหว่างเรียน และคะแนนร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียน E1/E2 ของแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงา

ลำดับที่	คะแนนร้อยละของคะแนนระหว่างเรียน	คะแนนร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียน
E1/E2	E1 = 92.27	E2 = 75.00

2. ในการวัดการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้วิจัยนำคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียน วิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน ($<g>$) ซึ่งประเมินผลด้วยวิธี Normalized Gain ดังภาพที่ 3 เมื่อพิจารณาตามกลุ่มพบว่า มีนักเรียนจำนวน 6 คน อยู่ในกลุ่ม “High gain” หรือกลุ่มที่พัฒนาได้มาก นักเรียนจำนวน 11 คนอยู่ในกลุ่ม “Medium gain” หรือเป็นกลุ่มที่พัฒนาได้ปานกลาง และนักเรียน 5 คนอยู่ในกลุ่ม “Low gain” หรือเป็นกลุ่มที่พัฒนาได้น้อย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงค่าความก้าวหน้า ($<g>$) รายคน

3. ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริง เรื่อง แสงและเงา ซึ่งมีคำถามทัศนคติเชิงบวก 8 ข้อ (ข้อ 1, 3, 5, 6, 8, 9, 11 และ 12) และทัศนคติเชิงลบ 4 ข้อ (ข้อ 2, 4, 7 และ 10) โดยมีระดับคะแนนความคิดเห็น 5 ระดับ คือ 5 เห็นด้วยมากที่สุด 4 เห็นด้วยมาก 3 เห็นด้วยปานกลาง 2 เห็นด้วยน้อย และ 1 เห็นด้วยน้อยที่สุด จากนั้นแปลผลของระดับคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยเป็นระดับความพึงพอใจดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการใช้แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงา

ข้อคำถามทัศนคติเชิงบวก 8 ข้อ		คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1.	เนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียน	4.21	0.58
3.	คำอธิบายเครื่องมือชัดเจน	4.14	0.86
5.	ความชัดเจนของ Font	4.00	0.96
6.	บททวนเนื้อหาบทเรียนเองได้	3.93	0.73
8.	คำอธิบายตัวอย่างการใช้งานชัดเจนต่อการใช้	4.00	0.55
9.	ความสะดวกในการใช้แบบจำลอง	3.93	0.62
11.	ฝึกปฏิบัติบทเรียนได้อย่างเข้าใจ	3.79	0.58
12.	การเข้าและออกแบบจำลองทำได้สะดวก	3.93	0.47
คะแนนทัศนคติเชิงบวกโดยรวม		3.99	0.67
ข้อคำถามทัศนคติเชิงลบ 4 ข้อ		คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2	ภาพไม่สอดคล้องกับบทเรียน	1.79	0.58
4	ตัวอย่างการใช้เครื่องมือไม่ชัดเจน	1.86	0.86
7	ไอคอนเครื่องมือไม่ชัดเจน	2.07	0.73
10	ความเหมาะสมภาพและเนื้อหาไม่สอดคล้องกัน	1.86	0.66
คะแนนทัศนคติเชิงลบโดยรวม		1.9	0.71

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลการหาประสิทธิภาพจากคะแนนร้อยละของคะแนนระหว่างเรียน และคะแนนร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียน E1/E2 จำนวน 22 คน พบว่า ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงามีค่าเท่ากับ 92.27/75.00 ซึ่งไม่เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

2. จากผลการหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (<g>) เมื่อพิจารณาตามกลุ่มพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม “Medium gain” แสดงว่าผู้เรียนส่วนมากมีความก้าวหน้าทางการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ ญัตตินัย นิรุตดี เมธิกุล และอรรธกานท์ ทองแดงเจือ (2023) ที่พบว่าการใช้สถานการณ์จำลองทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ สนุกสนาน และกระตือรือร้นในการเรียน แต่เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีน้อยเกินไป ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถใช้แบบจำลองได้เต็มที่ ประกอบกับการเข้าใจในเนื้อหาจะต้องอาศัยการวาดรูปและคำนวณเป็นหลัก ทำให้มีนักเรียนหลายคนที่ต้องใช้เวลาเยอะกว่าที่กำหนดไว้ นอกจากนั้นแล้วนักเรียนยังได้ทำข้อสอบหลังจาก

ที่เรียนไปแล้ว 4 วันและไม่ได้มีการทบทวนเนื้อหา ก่อนทำแบบทดสอบหลังเรียน จึงทำให้คะแนนทดสอบหลังเรียน มีค่าน้อยกว่าการทดสอบในทันที

3. ผลจากการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่อง แสงและเงา พบว่า ข้อคำถามทัศนคติเชิงบวกมีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากทุกข้อ โดยข้อ 1. เนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียน มีคะแนนความพึงพอใจสูงที่สุด ส่วนข้อคำถามทัศนคติเชิงลบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกข้อ โดยข้อ 2. ภาพไม่สอดคล้องกับบทเรียน มีคะแนนความพึงพอใจสูงที่สุด แสดงว่านักเรียนมีความพึงพอใจในภาพที่ใช้ในแบบจำลองว่าสอดคล้องกับบทเรียน ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่เกิดในการอภิปรายผลข้อ 1. และข้อ 2. ด้วย

4. แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริงเรื่องแสงและเงาที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นมานั้นทำให้ผู้เรียนมองเป็นภาพของเงาที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์การเกิดเงาได้ง่ายขึ้น แต่ในแบบจำลองนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องขนาดของเงาที่แสดงให้ผู้เรียนเห็น ทำให้บางสถานการณ์อาจจะไม่สามารถแสดงภาพเงาที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ และปรับข้อสอบให้สอดคล้องมากยิ่งขึ้น
2. ควรเพิ่มเวลาในการจัดการเรียนการสอนให้มากขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบในคาบเรียนได้ ซึ่งจะทำให้ค่าประสิทธิภาพมีค่ามากขึ้น
3. อาจมีการปรับรูปแบบการสอนให้เป็นห้องเรียนออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้เองได้ตามความต้องการ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ประจำปี 2566

เอกสารอ้างอิง

- จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. 2556. ผลของการเรียนการสอนโดยใช้ชิ้นการเรียนรู้แบบอนุมาณเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2566. การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1): 7-20.
- ชาญวิทย์ คำเจริญ. 2563. การตรวจสอบการใช้แบบจำลองโต้ตอบเสมือนจริง สำหรับการสอนไฟฟ้ากระแสตรง. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 31(2): 25-37.
- ณัฐดนัย นิรุตต์เมธีกุล และอรรถกานต์ ทองแดงเจือ. 2023. การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับสถานการณ์จำลองแบบมีปฏิสัมพันธ์ของ PhET ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *Journal of Education Studies*. 1(1): 39-53.
- ดวรวธา วีระพันธ์ และโยธิน กัลยาเลิศ. 2561. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องคลื่น รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐานร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 12(2): 68-81.
- วรพงศ์มัลลย์วงศ์. 2562. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม การสอนบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติเรื่องการผลิตไฟฟ้า. *วารสารมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 8(2): 251-264.

- อัศวรัฐ นามะกันคำ. 2550. *การเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง*. วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต (การสอนฟิสิกส์). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย.
- Redish, E.F. 1992. Implications of cognitive studies for teaching physics. *American Journal of Physics*, 62: 796.
- Richard R. H. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Association of Physics Teachers*, 66 (1): 64-74.