

การพัฒนาประสิทธิภาพทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องการแยกสาร  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้  
ในการทดลองเสมือน

*The Development Effective on Learning Science in Separation  
Techniques for Mathayomsuksa 2 Students with Inquiry Method  
Virtual Experiment*

นรัชย์ พิทักษ์พรชัย\*

Kru\_jate@hotmail.com

จารุวิศ หนูทอง\*\*

ปิยรัตน์ ทรัพย์ทิติ\*\*\*

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการแยกสาร ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยใช้การทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร ที่ประกอบด้วยขั้นตอนตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนได้แก่ 1) สร้างความสนใจ 2) สำรวจและค้นหา 3) อธิบายและลงข้อสรุป 4) ขยายความรู้ 5) ประเมิน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 40 คน ได้มาจากการสุ่มอย่าง ง่ายที่มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้วิจัยคือ การทดลองเสมือนเรื่องการแยกสาร แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทดสอบสมมติฐานการวิจัยครั้งนี้ใช้ สถิติคือ สถิติเชิงพรรณนาได้แก่ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80 และสถิติ t-test for dependent samples

ผลการวิจัย พบว่า การทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร มีประสิทธิภาพ 82.13/80.89 ซึ่งเป็นไปตาม เกณฑ์ที่กำหนดไว้ นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการ แยกสารและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

\*นิสิตระดับปริญญาโท หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

\*\*อาจารย์ ดร. ที่ปรึกษาปริญญาโท วิทยาลัยนวัตกรรมการสื่อสารสังคม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

\*\*\*อาจารย์ ดร. ที่ปรึกษาปริญญาโท ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

**คำสำคัญ :** การทดลองเสมือน, การแยกสาร, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้น  
บูรณาการ

## Abstract

The purpose of this research was to develop a learning science efficiency in separation techniques in terms of learning achievement and integrated science process skills with virtual experiment using inquiry method 1) engagement 2) exploration 3) explanation 4) elaboration 5) evaluation. The sample group consisted of 40 students mathayomsuksa 2 Bangkok Christian College during the second semester of the academic year 2013. These students were selected by the method of simple random sampling. The tools employed in this research include the virtual experiment in separation techniques, a learning achievement test, and science process skill test. Statistics for analysis include descriptive statistics: percentage, mean, and standard deviation and statistics for analysis effective of the virtual experiment using  $E_1/E_2$  which should not be less than 80/80 and t-test for dependent samples.

The results of the research were concluded as follows the virtual experiment in separation techniques gained the effectiveness rate of 82.13/80.89 which reaches the standard criteria. Students who study by using the virtual experiment had significantly higher learning achievement and integrated science skills than before at the .05 level.

**Keywords :** Virtual experiment, Separation techniques, Learning achievement, Integrated science process skills

## บทนำ

สังคมไทยนั้นมีการเปลี่ยนแปลงสู่สังคมที่ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยมากยิ่งขึ้น โดยอาศัยการพัฒนาของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว สังคมแห่งการศึกษาก็ไม่อาจหลีกเลี่ยงเทคโนโลยีเหล่านั้นไปได้ เทคโนโลยีมีผลดีมีเดียกำลังมีบทบาทมากขึ้นในโลกสมัยใหม่โดยเฉพาะอิทธิพลต่อการศึกษารวมทั้งประเทศไทย (พรพิไล เลิศวิชา, 2544: คำนำ) อาทิเช่น การเรียนรู้ผ่านโลกอินเทอร์เน็ต การเรียนรู้ผ่านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียนรู้โดยอาศัยแท็บเล็ต เป็นต้น การเรียนรู้หลักวิชาการต่างๆ จึงต้องเรียนรู้สิ่งต่างๆ ที่ทันสมัยควบคู่กันไปให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและสอดคล้องกับความต้องการของสังคม

การจัดการเรียนรู้ที่ดีที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ไม่ใช่เพียงครูสอนดีหรือมีความรู้ดีเพียงอย่างเดียวเท่านั้น สื่อการเรียนรู้เป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะตามมาตรฐานของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการเรียนรู้มีหลายประเภททั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยีและเครื่องช่วยการเรียนรู้ต่างๆ ในท้องถิ่น การใช้สื่อควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการและการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 27) การเรียนหลักวิชาและภาคทฤษฎีต้องเรียนควบคู่กันไปกับภาคปฏิบัติหรือการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่กำลังเรียนมากขึ้น ผู้เรียน

จะได้รับประสบการณ์ตรงผ่านกระบวนการต่างๆ ได้ พิสูจน์ ทดสอบ เห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความเข้าใจและจดจำได้นาน มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ ทักษะกระบวนการคิด ทักษะกระบวนการกลุ่ม ทักษะในการทำการทดลอง ทักษะการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า การฝึกคิดวิเคราะห์และวางแผน หรือให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นจากการฝึกฝนทำการทดลอง เพื่อต่อยอดในงานวิจัยระดับสูงในอนาคต (ทศนา แจมมณี, 2552: 333-336)

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน นักเรียนยังขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก เพราะไม่ได้ทำการทดลอง ไม่ได้เรียนภาคปฏิบัติ เนื่องจากขาดเวลาเรียนที่เพียงพอ ขาดแคลนอุปกรณ์การทดลอง ครูผู้สอนขาดความชำนาญหรือสอนไม่ตรงกับสาขาวิชาที่เรียน หรือการทดลองนั้นมีความอันตรายมากจนเป็นประเด็นให้ยกเลิกการสอนไป ส่งผลให้นักเรียนขาดโอกาสและขาดทักษะในการทำการทดลอง ครูมักจะสอนนักเรียนด้วยวิธีการบอกผลการทดลองที่ควรจะต้องเกิดขึ้นจากคู่มือครู แล้วให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองเหล่านั้นลงสมุดหรือหนังสือที่นักเรียนเรียกกันว่า “แล็บแห่ง” วิชาปฏิบัติการ จึงมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนและการพัฒนาในการเรียนรู้ (สุริย์พร หอมวิเศษวงศา, 2554: 1) เหตุนี้ทำให้นักเรียนไม่มีความสุขในการเรียน ไม่ตระหนักถึงความสำคัญของวิชา หรือการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีความน่าสนใจ เนื่องด้วยนักเรียนคาดหวังว่าเมื่อได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์แล้วจะได้ทำการทดลองในเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ แต่นักเรียนกลับได้เรียนเพียงทฤษฎีหรือหลักวิชาเท่านั้น นักเรียนจึงไม่มีความกระตือรือร้นหรือความใส่ใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นผลให้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาลดลง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก็จะลดต่ำลง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์โปรแกรมหนึ่งสามารถนำเสนอข้อความ เสียง ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว กราฟิก การที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์เหล่านี้สามารถรวมสื่อหลายๆแบบไว้ได้ในโปรแกรมเดียวที่จะช่วยในการลดภาระการหาโปรแกรมหลายหลายอย่าง อีกทั้งเป็นการอำนวยความสะดวกในการใช้งานเรียกโปรแกรมเหล่านี้ว่า มัลติมีเดีย (Multimedia) (พรพิไล เลิศวิชา, 2544: 21) ซึ่งจะเป็นวิธีการสอนรูปแบบหนึ่งที่มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนการสอนเพื่อช่วยส่งเสริมและขยายขีดความสามารถในการเรียนรู้หรือรับรู้ของตัวผู้เรียนและขยายขีดความสามารถในสื่อสารและการสอนของครูผู้สอน (ทศนา แจมมณี, 2552: 151) โดยห้องปฏิบัติการเสมือน (virtual laboratory) เป็นการสร้างห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จำลองขึ้นมาที่ผู้เรียนสามารถเข้ามาทำการทดลอง โดยการทดลองอาจใช้วิธีการทาง simulation หรืออาจให้นักเรียนทดลองจริงตามคำแนะนำที่ให้ไว้ (ยีน ภูววรรณ, 2546: 51)

จากปัจจัยทั้งหลายเหล่านี้ผู้วิจัยเห็นว่าการพัฒนาการทดลองเสมือนเรื่องการทดลองแยกสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะใช้ในการแก้ปัญหาการเรียนของนักเรียนที่ไม่สามารถทำการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ด้วยเหตุใดก็แล้วแต่ หรือการเรียนรู้การทดลองที่มีอันตรายจากการทดลองเสมือนเรื่องการทดลองแยกสาร แทนการทดลองจริง และส่งเสริมพัฒนาการในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้มากขึ้น อีกทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นและความสนใจ อันจะช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีและนำไปสู่การมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น อีกทั้งการทดลองเสมือนเรื่องการทดลองแยกสาร สามารถที่จะนำไปใช้งานได้อย่างสะดวกสบาย หรือสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นแหล่งข้อมูลการเรียนรู้เพิ่มเติม

### วัตถุประสงค์การวิจัย

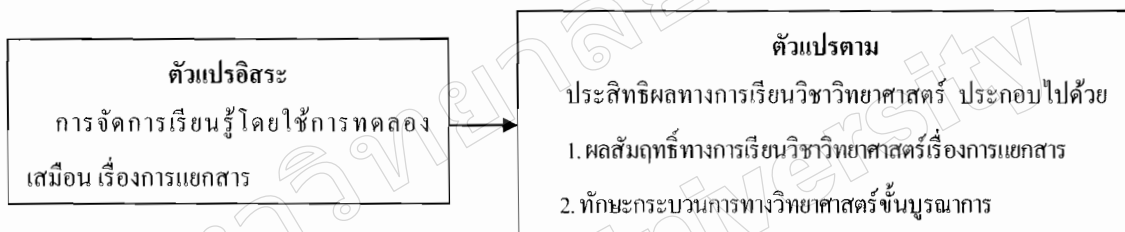
1. เพื่อพัฒนาการทดลองเสมือนเรื่องการแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสารที่ประกอบด้วย
  - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการแยกสาร
  - 2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

### สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนเรื่องการแยกสาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแยกสาร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนเรื่องการแยกสาร มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้กรอบแนวคิดในการวิจัยดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
$T_1$	X	$T_2$

X แทน การเรียนด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร

$T_1$  แทน การสอบก่อนที่จะทำการทดลอง (Pretest)

$T_2$  แทน การสอบหลังจากที่ทำการทดลอง (Posttest)

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) กรุงเทพมหานคร จำนวน 8 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 320 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ประกอบไปด้วยการทดลอง 5 การทดลองคือ การระเหยแห้ง การตกผลึก การกรอง การกลั่นด้วยไอน้ำ โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

### ระยะเวลาในการวิจัย

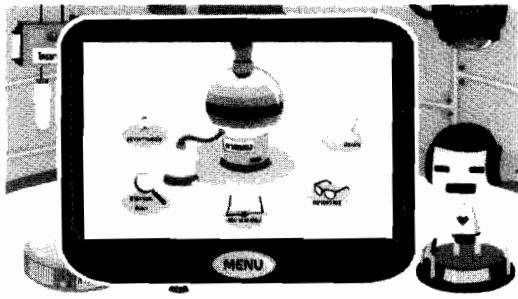
ระยะเวลาการวิจัยครั้งนี้คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 คาบเรียนต่อ 1 การทดลอง รวม 5 การทดลองใช้เวลาทั้งหมด 10 คาบเรียน

### นิยามศัพท์เฉพาะ

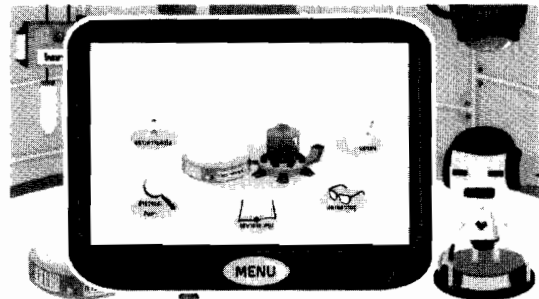
การทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ ที่มีการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้สถานการณ์จากการทดลองที่กำหนดในการฝึกทักษะการทดลอง การเรียนรู้ด้วยตนเอง การฝึกปฏิบัติ การประเมินผลผ่านการทดลองเสมือน ที่จำลองสภาพการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ประกอบไปด้วย 5 การทดลองคือ การกรอง การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นด้วยไอน้ำ โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

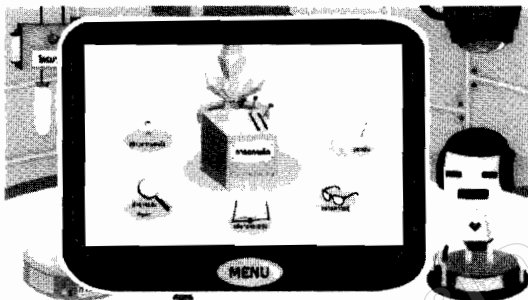
1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแยกสาร ที่ใช้การทดลองเสมือนเรื่องการแยกสารเป็นสื่อเสริมในการจัดการเรียนรู้ โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มีการประเมินความเหมาะสมในระดับเหมาะสมมาก
2. การทดลองเสมือนเรื่องการแยกสาร ประกอบด้วย 5 การทดลองคือ การกรอง การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นด้วยไอน้ำ โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ ดังแสดงในภาพที่ 2 แต่ละการทดลองจะมีส่วน ประกอบเป็นภาพคำถามกระตุ้นความสนใจ การทดลองเสมือน วีดีโอสาธิตการทดลอง หลักการและทฤษฎี คำถามท้ายการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 3 ได้รับการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ มีความเหมาะสมด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมีค่าเฉลี่ยที่ 4.39 และมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมีค่าเฉลี่ยที่ 4.48 จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน พบว่าการทดลองเสมือนเรื่องการแยกสาร มีประสิทธิภาพ 82.13/80.89 แสดงว่าการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสารมีประสิทธิภาพที่สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้



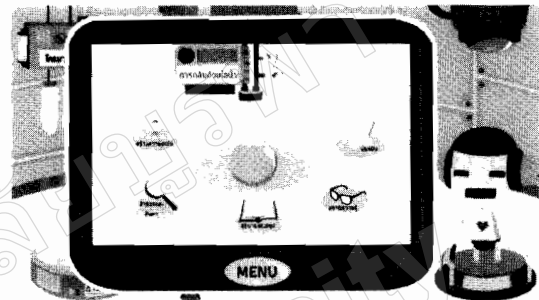
การทดลองการกรอง



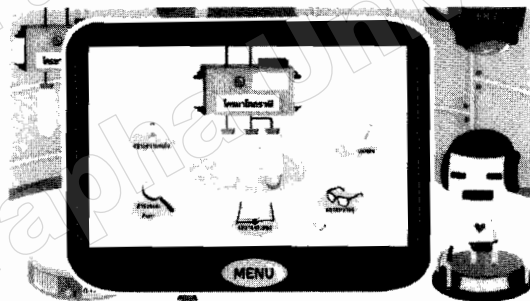
การทดลองการระเหยแห้ง



การทดลองการตกผลึก



การทดลองการกลั่นด้วยไอน้ำ



การทดลองโครมาโทกราฟี

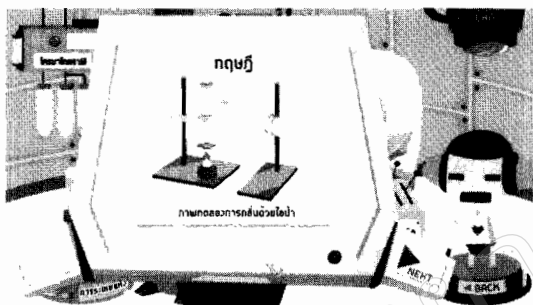
ภาพที่ 2 แสดงภาพการทดลองเสมือนในแต่ละเรื่องการทดลอง



ขั้นสร้างความสนใจ



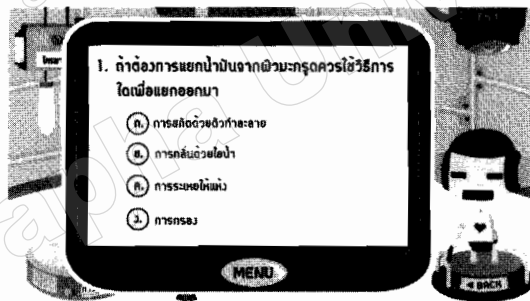
ขั้นสำรวจและค้นหา



ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป



ขั้นขยายความรู้



ขั้นประเมิน

ภาพที่ 3 แสดงภาพการทดลองเสมือนที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แต่ละขั้น

3. แบบทดสอบระหว่างเรียน เรื่องการแยกสาร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ โดยแบบทดสอบระหว่างเรียน เรื่องการแยกสาร ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าแบบทดสอบระหว่างเรียน เรื่องการแยกสาร มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.62 - 0.78 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.27 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson มีค่าเท่ากับ 0.77

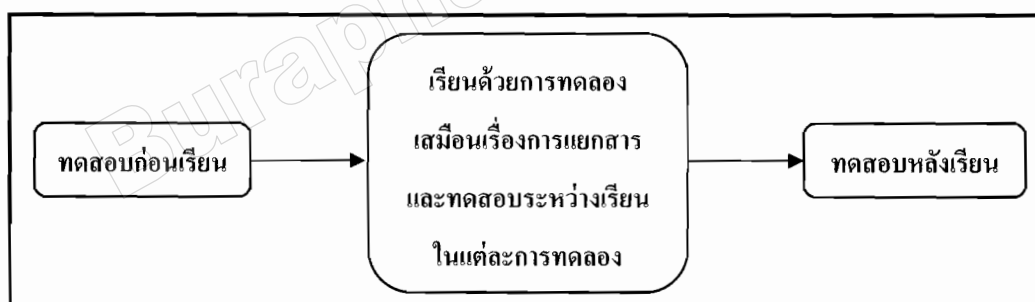
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแยกสารข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบจากเรื่องการกรอง 6 ข้อ การระเหยแห้ง 6 ข้อ การตกผลึก 6 ข้อ การกลั่นด้วยไอน้ำ 6 ข้อ โครมาโทกราฟี 6 ข้อ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแยกสาร ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าแบบ

ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแยกสาร มีค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.58 - 0.80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.33 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson มีค่าเท่ากับ 0.84

5. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เป็นสถานการณ์จำลองแต่ละการทดลองจำนวน 5 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้นจำนวน 15 ข้อ โดยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.53 - 0.77 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.43 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson มีค่าเท่ากับ 0.81

### การเก็บข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นลำดับขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูล



### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพการทดลองเสมือน เรื่อง การทดลองแยกสาร โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  (เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต, 2528: 294-295)

2. หาค่าสถิติ t-test for Dependent samples เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการ แยกสาร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550: 177-181)

3. หาค่าสถิติ t-test for Dependent samples เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550: 177-181)

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการ วิจัยตามลำดับดังนี้

1. ประสิทธิภาพการทดลองเสมือน เรื่องการ ทดลองแยกสาร

2. เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแยกสารก่อนเรียนและหลังเรียน

3. เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน

1. ประสิทธิภาพการทดลองเสมือน เรื่องการทดลองแยกสาร ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 2 ตารางที่ 2 แสดงผลการหาประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ของการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	25	20.53	2.543	82.13 ( $E_1$ )
หลังเรียน	30	24.27	2.625	80.89 ( $E_2$ )

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบระหว่างเรียน มีค่าเท่ากับ 20.53 คิดเป็นร้อยละ 82.13 ( $E_1$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.543 และคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่า เท่ากับ 24.27 คิดเป็นร้อยละ 80.89 ( $E_2$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.625 ดังนั้นการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ของการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 82.13/80.89 มีค่าไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ ได้กำหนดไว้

2. เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแยกสารก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏ ผลดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแยกสาร ก่อนเรียนและ หลังเรียนที่เรียนด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D	t	p
ก่อนเรียน	30	13.80	2.833	-18.211*	.000
หลังเรียน	30	24.10	1.517		

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสารก่อนเรียนมีค่า 13.80 คะแนนและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า 2.833 หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสารแล้วมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแยกสารหลังเรียนมีค่า 24.10 คะแนนและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า 1.517 และทดสอบด้วยสถิติ t-test for Dependent samples มีค่า  $t = -18.211^*$  และ  $p = .000$  ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .05 แสดงว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแยกสาร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ก่อนเรียนและ หลังเรียน ที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนเรื่องการแยกสาร

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D	t	p
ก่อนเรียน	15	7.00	1.682		
หลังเรียน	15	12.23	1.406	-20.745*	.000

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนมีค่า 7.00 คะแนนและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า 1.682 หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสารแล้วมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนมีค่า 12.23 คะแนนและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า 1.406 และทดสอบด้วยสถิติ t-test for Dependent samples มีค่า  $t = -20.745^*$  และ  $p = .000$  ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .05 แสดงว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนเรื่อง การแยกสาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแยกสาร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### อภิปรายผล

การพัฒนาประสิทธิผลทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์เรื่องการแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการทดลองเสมือนที่ใช้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อศึกษาประสิทธิผล ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการแยกสารและทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สามารถ อภิปรายผลได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ของการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 82.13/80.89 ทั้งนี้ เนื่องจาก

1) การทดลองเสมือนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ส่งผลให้การทดลองเสมือนเรื่องการแยกสารที่พัฒนาขึ้นได้มีการตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ การทดลองเสมือนที่พัฒนาขึ้นจึงมีความสมบูรณ์ เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน และมีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

2) การทดลองเสมือนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีการดำเนินการวิจัยและพัฒนาตามหลัก R & D cycle ของบอร์ก และกอลล์ (Borg and Gall, 1989: 782) ที่ประกอบไปด้วยการ ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมข้อมูล วางแผนการวิจัยและการพัฒนา การนำไปทดลองใช้ การปรับปรุงแก้ไข และการนำไปใช้ทดลองจริง สำหรับขั้นตอนการพัฒนาผู้วิจัยได้ทำการจำลองลักษณะของตัวอักษร ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ และวิดีโอให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัยของผู้เรียน อีกทั้งศึกษาถึงความแตกต่างระหว่างห้องเรียนเสมือนกับห้องเรียนปกติ (ชัชชัย อติเทพสถิต, 2546: 65) และข้อดีข้อจำกัดของห้องเรียนเสมือน (กิดานันท์ มลิทอง, 2548: 122) เพื่อให้การพัฒนาการทดลองเสมือนเรื่องการแยกสาร มีความสมบูรณ์และเกิดประโยชน์ทางการนำไปใช้งานมากที่สุด

3) การทดลองเสมือนเรื่องการแยกสารที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้นำมาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของการใช้การทดลองเสมือนเรื่องการแยกสาร โดยผู้วิจัยซักถามปัญหาและสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนเพื่อนำข้อเสนอแนะและข้อมูลต่างๆ มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไข และหาแนวโน้มประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ของการทดลองเสมือน เรื่องการ

แยกสารมีค่าเท่ากับ 72.40/70.67 หลังจากปรับปรุงแก้ไขแล้วนำการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร มาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ของการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสารซึ่งมีค่าเท่ากับ 82.13/80.89 มีค่าไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ได้กำหนดไว้

ผลการวิจัยพบว่า การทดลองเสมือนเรื่องการแยกสาร มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 82.13/80.89 ซึ่งมีค่าไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของนักวิจัยท่านอื่นอีกหลายท่านได้แก่ สุพรรณ เทพวงสา (2554: 202-210) วิชชุดา วงศ์เนียม (2553: 57-58) จุฑาภรณ์ ชาตินฤมาณ (2553: 59-60) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการทดลองเสมือนให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแยกสาร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้สืบเนื่องมาจาก

1) การทดลองเสมือน เรื่องการแยกสารที่พัฒนาขึ้นได้มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละการทดลองไว้อย่างชัดเจนและในขั้นตอนการเรียนด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสารของนักเรียนนั้น ถ้านักเรียนเกิดข้อสงสัยหรือยังไม่เข้าใจในเนื้อหาของแต่ละการทดลองนักเรียนสามารถย้อนกลับมาศึกษาบทบทวนใหม่ได้หลายๆ ครั้งตามที่นักเรียนต้องการหรือนักเรียนสนใจการทดลองใดการทดลองหนึ่งก็สามารถที่จะเลือกศึกษาการทดลองนั้นได้ก่อน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2556: 16)

2) การทดลองเสมือน เรื่องการแยกสารที่พัฒนาขึ้นเกิดจากการผสมผสานสื่อในหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นข้อความ เสียง ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ กราฟิก การที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์เหล่านี้

สามารถรวมสื่อหลาย ๆ แบบไว้ได้ในโปรแกรมเดียวที่จะช่วยในการลดภาระการหาโปรแกรมหลายหลายอย่าง อีกทั้งเป็นการอำนวยความสะดวกในการใช้งาน (พรพิไลเลิศวิธา, 2544: 21) อีกทั้งเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนต่อบทเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์

จากเหตุผลดังกล่าวเป็นการสนับสนุนว่า สมมติฐานที่ว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเหมือนเรื่องการแยกสาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแยกสาร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของนักวิจัยท่านอื่นอีกหลายท่าน ได้แก่ ฌนอมศักดิ์ ศรีจันทรา (2555: 160-174) สุรศักดิ์ มณีขำ (2550: 101-102) สุรพล บุญลือ (2550: 85-86) เมอร์เรย์ (Murray, 2004: abstract) โรเมอร์และโมเยอร์ (Reimer; & Moyer, 2005: ออนไลน์) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเหมือน เรื่องการแยกสาร มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้สืบเนื่องมาจาก

นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการทดลองเหมือน แล้วนักเรียนจะผ่านการทำการทดลองเหมือนในคอมพิวเตอร์ และยังได้ศึกษาวิถีทัศนศาสตร์การทดลองจริงทั้ง 5 การทดลอง นักเรียนจะได้ฝึกคิด ฝึกตั้งคำถามที่สอดคล้องกับการทดลองเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะการตั้งปัญหาและการกำหนดสมมติฐาน เมื่อนักเรียนศึกษาการทดลองเหมือนโดยเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองให้เหมาะสมเพื่อให้การทดลองเหมือนดำเนินต่อไปได้และมีวิถีทัศนศาสตร์การทดลองแต่ละการทดลองเพื่อให้นักเรียนศึกษาลำดับขั้นการทดลอง วิธีการใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้องและปลอดภัย

เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะการทดลอง ส่วนการอภิปรายผลการทดลองที่อธิบายหลักการทฤษฎีเกี่ยวกับการทดลองที่กำลังศึกษาอยู่ และแนวทางการสรุปผลการทดลองของแต่ละการทดลองเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ในการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเหมือนเรื่อง การแยกสาร นักเรียนจะได้ศึกษาด้วยตนเองตามความสนใจ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สื่อที่ใช้จึงมีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการและการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 27)

จากเหตุผลดังกล่าวเป็นการสนับสนุนว่า สมมติฐานที่ว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเหมือนเรื่องการแยกสาร มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ทักษะการกำหนดสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของนักวิจัยท่านอื่นอีกหลายท่าน ได้แก่ รัชฎา ศิลมัน (2552: 134-137) สุวิทย์ คงภักดี (2553: 157) อัญชลี เหล่ารอด (2553: 72) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การทดลองเหมือนเรื่องการแยกสารจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สูงขึ้น นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเป็นการเรียนรู้ในสภาพของความเป็นจริงที่ช่วยให้นักเรียนได้เกิดทักษะในการค้นคว้าและค้นหาคำตอบเพื่อแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยมีวิธีการและกระบวนการที่ถูกต้องช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดจากนามธรรมเป็นรูปธรรมและทำให้นักเรียนเรียนได้ดีขึ้นในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือน มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเตรียมความพร้อมของ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในการเรียนรู้ของนักเรียนให้ มีความพร้อม เนื่องจากการทดลองเสมือน นั้นมีความ ต้องการความสามารถในการประมวลผลของโปรแกรม พอสสมควรร และเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องควรมี หูฟังประจำเครื่องไม่เช่นนั้นขณะที่นักเรียนศึกษา การทดลองเสมือนจะเกิดเสียงรบกวนกันจนทำให้เป็น ปัญหาและอุปสรรคในการเรียน

2. ครูผู้สอนควรศึกษาวิธีการใช้การทดลองเสมือนอย่างละเอียดและมีทักษะในการแก้ไขปัญหา คอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่อาจเกิดขึ้นได้ขณะที่นักเรียนใช้ การทดลองเสมือน

3. ครูควรมีการอบรมการใช้การทดลองเสมือน ให้กับนักเรียนทุกคนก่อนการจัดการเรียนด้วยการ

ทดลองเสมือนในชั้นเรียนจริง เพื่อประหยัดเวลาในการ เรียนและลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นขณะที่นักเรียนศึกษาการ ทดลองเสมือนด้วยตนเอง

### ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาการทดลองเสมือนในหัวข้อ อื่นให้เกิดความหลากหลายให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ด้วยตนเอง นักเรียนมีโอกาสฝึกทำการทดลองจากการ ทดลองเสมือนเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเตรียม ความพร้อมก่อนเขาเรียนหรือทำการทดลองจริง ผลการ ทดลองที่นักเรียนทำจะมีถูกต้องมากขึ้น

2. ควรมีการเพิ่มเติมเรื่องความปลอดภัย ในการทำการทดลอง วิธีการใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้อง และ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้าหากเกิดอุบัติเหตุขึ้นขณะ ทำการทดลอง เพื่อช่วยป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิด ขึ้นระหว่างการทดลองและเสริมความปลอดภัยให้กับ นักเรียนให้มากยิ่งขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

----- (2556). *แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่สิบเอ็ด พ.ศ. 2555 – 2559*. สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 255, จาก [www.plan.ru.ac.th/strategy/data/education\\_velopement\\_55-59.pdf](http://www.plan.ru.ac.th/strategy/data/education_velopement_55-59.pdf)

กิดานันท์ มลิทอง. (2548). *ไอซีทีเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

จุฑาภรณ์ ชาตินฤมาณ. (2553). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบการทดลองเสมือน 2 มิติวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นสำหรับนักเรียนช่วง ชั้นที่ 3*. ปริญญาโท คอ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ. สืบค้นเมื่อ 7 กรกฎาคม 2555, จาก <http://tdc.thailis.or.th>

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์ โปรเกรสซิฟ.

ถนอมศักดิ์ ศรีจันทร์. (2555). *การพัฒนาแบบจำลองระบบสนับสนุนการสร้างบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับคณาจารย์คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. *วารสารศึกษาศาสตร์*. 23(1), 160-174.

- ทิตนา เขมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชชชัย อติเทพสถิต. (2546, พฤษภาคม-สิงหาคม). E-Learning กับห้องเรียนเสมือนจริง. *วารสารวิทยบริการ*. 14(2): 62-66.
- พรพิไล เลิศวิชา. (2544). *มัลติมีเดียเทคโนโลยีกับโรงเรียนในศตวรรษที่ 21*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ยีน ภู่วรรณ. (2546). *ไอซีทีเพื่อการศึกษาไทย*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเกชั่น.
- รัชฎา ศิลมัน. (2552). *การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5e เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๕ (คลองหลวง) จังหวัดปทุมธานี*. กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิชุดา วงศ์เนียม. (2553). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยการทดลองเสมือน 2 มิติวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและความดันสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2*. ปรียญานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. สืบค้นเมื่อ 7 กรกฎาคม 2555.
- สุพรรณ เทพวงสา. (2554). *การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการใช้อินเทอร์เน็ตสำหรับอาจารย์โรงเรียนสร้างครูสาละวัน ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว*. *วารสารศึกษาศาสตร์*. 22(3), 202-210.
- สุรพล บุญลือ. (2550). *การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในระดับอุดมศึกษา*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ด (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรศักดิ์ มณีขำ. (2550). *ผลการใช้ทัศนศึกษาเสมือนจริงผ่านห้องเรียนเสมือน สาระที่ 4: ประวัติศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรีย์พร หอมวิเศษวงศา; และคนอื่นๆ. (2554). *การแก้ปัญหาในการขาดการเตรียมความพร้อมในการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์*. กรุงเทพฯ: สืบค้นเมื่อ 28 มิ.ย. 2555, จาก [http://sci2.hcu.ac.th/download/classresearch/Classroom\\_research\\_org\\_for%20website\\_54.pdf](http://sci2.hcu.ac.th/download/classresearch/Classroom_research_org_for%20website_54.pdf)
- สุวิทย์ คงภักดี. (2553). *ผลของการสอนดาราศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้นวัตกรรมแบบจำลองระบบโลกดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์(Ems-Model)*. กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- อัญชลี เหล่ารอด. (2553). ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามควบคู่กับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กศ.ม.  
(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Borg Walter R. and Gall Meridith Damien. (1989). *Educational Research : an Introduction*.  
5<sup>th</sup> ed. New York : White plains.
- Murray, Marshall R. (2004). *An Exploration of the Kinesthetic Learning and Virtual Reality  
in a Web Environment (Brazil)*. Retrieved March 13, 2012, from <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/3129431>
- Reimer, Kelly.; & Moyer, Patricia S. (2005). Third-Graders Learn About Fractions  
Using Virtual Manipulatives: A Classroom Study. *The Journal of Computers  
in Mathematics and Science Teaching*. 24(1): 5-25. Retrieved March 11,  
2012, from [http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/shared/shared\\_main.jhtml;jsessionid=AWJHLIWK54JZQA3DILCFGGADUNGHIV0?\\_requestid=107922](http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/shared/shared_main.jhtml;jsessionid=AWJHLIWK54JZQA3DILCFGGADUNGHIV0?_requestid=107922)

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University