

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดสุทธาราม
**The development of learning achievement using the experiment package
on separation of substances among Matthayomsuksa 2
students of Matthayom Watsuttharam School**

เยาวลักษณ์ นะพูน และ อัมพร วัจนะ

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

Yaowaluk Naphun and Umporn Watchana

Ramkhamhaeng University, Thailand

Corresponding Author, Email: pongpang.yaowaluk@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร 3) เพื่อศึกษาทักษะการทดลองหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดสุทธาราม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 63 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การแยกสาร 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร 4) แบบประเมินทักษะการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพชุดทดลองตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยใช้ค่าเฉลี่ยและร้อยละ วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนและทักษะการทดลองหลังเรียนด้วยชุดทดลองโดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบ dependent sample t-test เปรียบเทียบทักษะการทดลองหลังเรียนด้วยชุดทดลองกับค่าคงที่ 7.20 โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบ one sample t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.13/80.67 สอดคล้องตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร สูงวก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีทักษะการทดลองหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยของทักษะการทดลอง ($\bar{x}=7.85$) มากกว่าค่าคงที่ 7.20 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

* วันที่รับบทความ : 15 พฤษภาคม 2566; วันที่แก้ไขบทความ 10 มิถุนายน 2566; วันที่ตอบรับบทความ : 11 มิถุนายน 2566

คำสำคัญ: ชุดทดลอง; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน; ทักษะการทดลอง

Abstracts

The objectives of this research were: 1) to create and assess the efficiency of an experiment package on the separation of substances, 2) to compare pretest and posttest scores of learning achievement using the experiment package on the separation of substances, and 3) to study experimental skills after learning with the experiment package on the separation of substances. The sample comprised 63 Matthayom 2 students from Matthayom Watsuttharam School in the second semester of the academic year 2022, selected through simple random sampling. The research instruments included 1) the experiment package on the separation of substances, 2) inquiry-based learning management plans on the separation of substances, 3) a learning achievement test for Science-4 subjects on the separation of substances, and 4) an experimental skills assessment form. Data analysis was conducted to determine the efficiency of the experiment package based on the criterion standard of 80/80, using mean and percentage. Pretest and posttest learning achievement and posttest experimental skills were analyzed using mean, percentage and standard deviation. Pretest and posttest learning achievement scores were compared using a dependent-sample t-test. Posttest experimental skills based on the experiment package were compared to the constant value of 7.20 using a one-sample t-test. The research results showed that: 1) the experiment package on the separation of substances achieved an efficiency rating of 80.13/80.67, meeting the criterion standard of 80/80, 2) posttest learning achievement using the experiment package on the separation of substances was higher than pretest learning achievement, with statistical significance at the 0.05 level, and 3) students had a good level of experimental skills after learning by using the experiment package on the separation of substances. The mean of experimental skills ($X=7.85$) was higher than the constant value of 7.20, with statistical significance at the 0.05 level.

Keywords: Experiment package; learning achievement; experimental skills.

บทนำ

ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ความรู้แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์ทุกคน โดยเฉพาะด้านเครื่องมือเครื่องใช้ ด้านเทคโนโลยี และด้านผลผลิตต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการดำเนินชีวิตและการทำงานประกอบอาชีพ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยประยุกต์เชื่อมโยงความรู้ควบคู่กับวิธีการแสวงหาข้อมูล ความรู้ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ มีทักษะกระบวนการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอนและสนับสนุนให้นักเรียนกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 94) การเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีทั้งเนื้อหาภาคทฤษฎีที่เรียนควบคู่กันไปกับภาคปฏิบัติหรือการทดลอง เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่กำลังเรียนมากยิ่งขึ้น (ทิตินา แหมมณี, 2552 : 333-336)

อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ยังเน้นการสอนแบบดั้งเดิมโดยการสอนแบบบรรยายในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรที่กำหนดให้เป็นหลัก อีกทั้งวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีมีจำนวนจำกัดต่อการเรียนรู้ จึงทำให้ครูเน้นสอนเนื้อหามากกว่าที่จะให้นักเรียนได้สืบเสาะค้นคว้าหาความรู้และปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ขาดการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะทักษะการทดลองทำให้นักเรียนขาดโอกาสมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติการทดลอง เช่น การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผนวิธีการทดลอง การสรุปและอภิปรายผลการทดลอง เป็นต้น การเรียนการสอนจึงเป็นไปในลักษณะให้นักเรียนทำตามคำแนะนำของครูเป็นส่วนใหญ่ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นได้ และไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ (วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์, 2542 : 1)

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ คิดวิเคราะห์ วางแผน ลงมือปฏิบัติจริง และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูจะทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยครูช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้นักเรียนสามารถแสดงบทบาทของตนเองได้อย่างเต็มที่ (ทิตินา แชนนี, 2548 : 141) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญ ดังนี้ 1) สร้างความสนใจ (engagement) โดยครูสร้างความกระตือรือร้นให้กับนักเรียน เกิดความสงสัยใคร่รู้ มีการตั้งคำถาม สนับสนุนและกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบได้เอง 2) สำรวจและค้นหา (exploration) ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสำรวจ การทดลอง และการจำลองสถานการณ์ เป็นต้น มีการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเอง เปิดโอกาสในการซักถาม และครูทำหน้าที่ให้คำปรึกษา 3) อธิบายและลงข้อสรุป (explanation) ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิดด้วยคำพูดของตนเอง แสดงหลักฐานให้เหตุผล โดยใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอธิบาย 4) ขยายความรู้ (elaboration) ให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ และ 5) ประเมินผล (evaluation) โดยครูสังเกตนักเรียน มีการประเมินด้านความรู้ ทักษะ เจตคติ หาคำหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยนแปลงความคิดหรือพฤติกรรม และการให้นักเรียนประเมินตัวเองด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 219-220) การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนร่วมกับชุดทดลองเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสร้างประสบการณ์ในการเรียนให้แก่ให้นักเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งองค์ประกอบภายในชุดทดลอง มีขั้นตอนหลากหลาย เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง

ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน กำหนดวัตถุประสงค์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง วางแผนวิธีทดลอง บันทึกผล การทดลอง สรุปและอภิปรายผลการทดลอง และตรวจสอบความเข้าใจโดยการตอบคำถามท้ายการทดลอง โดยการสอนด้วยชุดทดลองเป็นกระบวนการที่ครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำแก่นักเรียนในระหว่างการทดลอง ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ผ่านกระบวนการพิสูจน์ ทดสอบ และเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดี นอกจากนี้นักเรียนยังได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการคิด และทักษะกระบวนการกลุ่ม (ทศนา แคมณี, 2552 : 333-336) ส่งผลให้การเรียนในห้องเรียนน่าสนใจ กระตุ้นนักเรียนให้อยากเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมองเห็นว่าเนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องใกล้ตัว และไม่ได้เป็นนามธรรม (ศิวกกร กตัญญูสรณ์, 2563 : 3) จะเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เป็นความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจของนักเรียนโดยตรง จะช่วยพัฒนาการเรียนของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ สอดคล้องกับ อาร์ชีซะ ดินอะ (2561 : 102-104) ได้ศึกษาเรื่อง การสร้างชุดทดลองการไทเทรตอย่างง่ายแบบย่อส่วนและต้นทุนต่ำ เพื่อส่งเสริมการเรียน ทักษะการทดลอง และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการไทเทรตกรด-เบส หลังเรียน ($\bar{x}=20.64$, S.D.=4.95) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x}=9.91$, S.D.=2.47) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.11 และจากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากมีคะแนนเฉลี่ย 4.27 ($\bar{x}=4.27$, S.D.=0.53) แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับชุดการทดลองการไทเทรตอย่างง่ายแบบย่อส่วนและต้นทุนต่ำสามารถพัฒนาความเข้าใจและทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรดเบส ได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการจัดการเรียนสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับชุดทดลองมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านการปฏิบัติการทดลอง สามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแนวทางส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น และนำผลของการวิจัยมาประยุกต์ใช้พัฒนาการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร
- 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร
- 3) เพื่อศึกษาทักษะการทดลองหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการตามแบบแผนการการวิจัย One Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 249) ดังนี้

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

ทดสอบก่อนทดลอง		การทดลอง		ทดสอบหลังทดลอง	
T ₁		X			T ₂
สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย					
T1	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)			
X	แทน	การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดทดลอง		เรื่อง	การแยกสาร
T2	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Posttest)			

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดสุทธอาราม สำนักงานเขตคลองสาน กรุงเทพมหานคร ซึ่งผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้จัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 75 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดสุทธอาราม สำนักงานเขตคลองสาน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 63 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

2. เครื่องมือการวิจัย

ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การแยกสาร

1.1 วิเคราะห์เนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด วิชาวิทยาศาสตร์4 เรื่อง การแยกสาร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2662 : 75-109) เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาสาระให้มีความเหมาะสมกับเวลา

1.2 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแยกสาร จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

- แผนที่ 1 การแยกสารโดยการระเหยแห้ง
- แผนที่ 2 การแยกสารโดยการตกผลึก
- แผนที่ 3 การแยกสารโดยการกลั่นอย่างง่าย
- แผนที่ 4 การแยกสารโดยโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ
- แผนที่ 5 การแยกสารโดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพ โดยพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

2. ชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร

2.1 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างชุดทดลอง วิเคราะห์เนื้อหาและออกแบบโครงสร้างของเนื้อหาเพื่อสร้างชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร โดยมีเนื้อหา ดังนี้ 1) การระเหยแห้ง 2) การตกผลึก 3) การกลั่นอย่างง่าย 4) โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ และ 5) การสกัดด้วยตัวทำละลาย

2.2 ดำเนินการสร้างชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร จำนวน 5 ชุดทดลอง ดังนี้

- ชุดทดลองที่ 1 การแยกสารโดยการระเหยแห้ง ศึกษาการแยกสารของสารละลายกรดแอสติก สารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต และสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
- ชุดทดลองที่ 2 การแยกสารโดยการตกผลึก ศึกษาการแยกสารของสารละลายจุนสีหรือสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต
- ชุดทดลองที่ 3 การแยกสารโดยการกลั่นอย่างง่าย ศึกษาการแยกสารของสารละลายโซเดียมคลอไรด์
- ชุดทดลองที่ 4 การแยกสารโดยโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ ศึกษาการแยกสารที่มีสี (ปากกาเมจิกสีต่าง ๆ)
- ชุดทดลองที่ 5 การแยกสารโดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย ศึกษาการแยกสารจากขมิ้น

2.3 นำชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพ โดยพิจารณาความเหมาะสมของชุดทดลอง ด้วยแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

2.4 หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร โดยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำคะแนนมาหาประสิทธิภาพ (E1/E2) โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 42 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้ผลดังนี้ แบบรายบุคคล (3 คน) E1/E2 เท่ากับ

80.67/80.00 แบบกลุ่มย่อย (9 คน) E1/E2 เท่ากับ 80.22/80.37 และแบบภาคสนาม (30 คน) E1/E2 เท่ากับ 80.13/80.67 พบว่า สอดคล้องตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์4 เรื่อง การแยกสาร

3.1 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบตามเนื้อหาสาระที่กำหนดและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามแนวคิดของ Bloom

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด แบบเลือกตอบ (multiple choice question) จำนวน 60 ข้อ

3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) พบว่า แบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จำนวน 49 ข้อ

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาทดลอง (Try out) กับนักเรียนที่เคยได้รับการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การแยกสาร จำนวน 42 คน

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พิจารณาคัดเลือกแบบทดสอบโดยมีความค่ายากง่ายระหว่าง 0.55-0.79 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.24-0.62 ซึ่งผ่านเกณฑ์จำนวน 47 ข้อ และคัดเลือกไว้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้งหมด

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ตามวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method : KR-20) พบว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นสูง

4. แบบประเมินทักษะการทดลอง

4.1 สร้างแบบประเมินทักษะการทดลองโดยใช้รูปแบบการประเมิน 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบการทดลอง ด้านการปฏิบัติการทดลอง และด้านการบันทึกผลการทดลอง

4.2 นำแบบประเมินทักษะการทดลองเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพโดยพิจารณาความสอดคล้องและความเหมาะสมของแบบประเมินทักษะการทดลอง พบว่า มีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกด้าน และมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบก่อนเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสาร จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที

3.2 ดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร ตามแผนการจัดการเรียนรู้ และบันทึกคะแนนทักษะการทดลองจากแบบประเมินทักษะการทดลองที่สร้างขึ้น จำนวน 5 ชุดทดลอง ระยะเวลา 8 ชั่วโมง

3.3 เมื่อดำเนินการจัดการเรียนการสอนครบตามกำหนดแล้ว ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบ หลังเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสาร (ชุดเดิม) จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที

3.4 นำคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนทักษะการทดลองที่ได้จากการประเมินการทำการทดลองด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

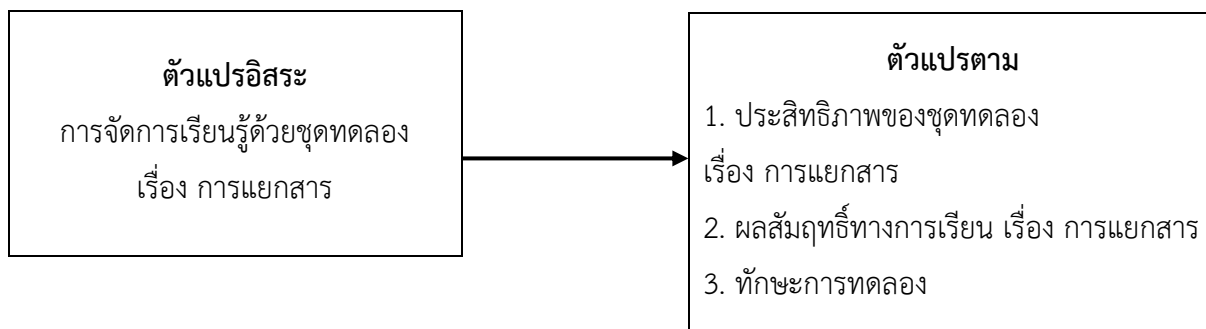
4.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร โดยหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) โดยมีการเก็บคะแนนระหว่างเรียนจากการทำกิจกรรมด้วยชุดทดลอง (E1) และคะแนนทดสอบ หลังเรียน (E2) ตามกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร โดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบ dependent sample t-test

4.3 วิเคราะห์ทักษะการทดลองหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วแปลผลคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด และเปรียบเทียบทักษะการทดลอง หลังเรียนด้วยชุดทดลองกับค่าคงที่ 7.20 โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบ one sample t-test

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดสุทธาราม ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดทดลอง โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งจัดเป็นทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive Psychology) มีรากฐานมาจากแนวคิดของออสซูเบล (Ausubel) และเพียเจต์ (Piaget) เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ครูเป็นเพียงผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544 : 56) มีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

1. การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร

การหา ประสิทธิภาพ	จำนวน นักเรียน (คน)	ประสิทธิภาพของ กระบวนการ		ประสิทธิภาพของผลลัพธ์		E ₁ /E ₂
		$\bar{x}$	ร้อยละ (E1)	$\bar{x}$	ร้อยละ (E2)	
รายบุคคล	3	40.33	80.67	24.00	80.00	80.67/80.00
กลุ่มย่อย	9	40.11	80.22	24.11	80.37	80.22/80.37
ภาคสนาม	30	40.07	80.13	24.20	80.67	80.13/80.67

จากตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร พบว่า มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 80.13/80.67 โดยชุดทดลองมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร

ผลการเรียน	จำนวน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t	Sig.
ก่อนเรียน	63	30	11.29	2.99	42.353	<.001*
หลังเรียน	63	30	24.97	1.87		

*p ≤ 0.05

จากตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน พบว่า คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.29 ($\bar{x}=11.29$, S.D.=2.99) และคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.97 ($\bar{x}=24.97$, S.D.=1.87) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ทักษะการทดลองด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร

ตารางที่ 4 ผลค่าเฉลี่ยของทักษะการทดลองด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร

ทักษะการทดลอง	ชุดทดลอง					$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5			
1. การออกแบบการทดลอง	2.25	2.46	2.65	2.76	2.90	2.61	0.26	ดี
2. การปฏิบัติการทดลอง	2.27	2.51	2.65	2.79	2.91	2.63	0.25	ดี
3. การบันทึกผลการทดลอง	2.29	2.48	2.64	2.76	2.90	2.62	0.24	ดี
เฉลี่ยรวม	6.80	7.46	7.95	8.31	8.72	7.85	0.24	ดี

จากตารางที่ 4 ผลค่าเฉลี่ยของทักษะการทดลองด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร พบว่า นักเรียนมีทักษะการทดลองค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.85 ($\bar{x}=7.85$, S.D.=0.24) โดยรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการปฏิบัติการทดลอง ($\bar{x}=2.63$, S.D.=0.25) ด้านการบันทึกผลการทดลอง ($\bar{x}=2.62$, S.D.=0.24) ด้านการออกแบบการทดลอง ($\bar{x}=2.61$, S.D.=0.26) มีทักษะการทดลองอยู่ในระดับดีทุกด้านตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมของแต่ละชุดทดลอง พบว่า ชุดทดลองที่ 1 ($\bar{x}=6.80$) ชุดทดลองที่ 2 ($\bar{x}=7.46$) ชุดทดลองที่ 3 ($\bar{x}=7.95$) ชุดทดลองที่ 4 ($\bar{x}=8.31$) และชุดทดลองที่ 5 ($\bar{x}=8.72$) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีทักษะการทดลองด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร สูงขึ้นตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบทักษะการทดลองด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร

ผลการเรียน	จำนวน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t	Sig.
ทักษะการทดลอง	63	9	7.85	0.24	21.880	<.001*

* $p \leq 0.05$

จากตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบทักษะการทดลองด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร พบว่า นักเรียนมีทักษะการทดลองค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.85 ($\bar{x}=7.85$, S.D.=0.24) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ ทักษะการทดลองกับค่าคงที่ 7.20 ขึ้นไป พบว่า ค่าเฉลี่ยของทักษะการทดลองมากกว่าค่าคงที่ 7.20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีทักษะการทดลองอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดสุทธาราม สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 80.13/80.67 โดยชุดทดลองมีประสิทธิภาพสอดคล้องตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการ หาประสิทธิภาพของชุดทดลองมีขั้นตอนที่เป็นระบบ ได้ผ่านการประเมินตรวจสอบคุณภาพ พิจารณา ความเหมาะสมของชุดทดลอง มีการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งมีการนำชุดทดลอง ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในระดับรายบุคคล กลุ่มย่อยและภาคสนาม เพื่อให้ได้ชุดทดลอง ที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี โดยชุดทดลองที่สร้างขึ้น มุ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริงผ่านการทดลอง นักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้ ทั้งองค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยม (Constructivism Theory) กล่าวว่า ในการเรียนรู้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้กระทำ (active) และเป็นผู้สร้าง ความรู้ (Knowledge) ขึ้นในใจเอง ครูเป็นเพียงผู้ช่วยให้โอกาสนักเรียนได้มีโอกาสค้นพบด้วยตนเอง และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประภัสสร ชันแข็ง (2561 : 138) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดไทร (ถาวรพรหมานุกูล) ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.94/83.33 สอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการสอน ด้วยชุดทดลอง เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาทำการทดลอง ตรวจสอบสมมติฐาน สรุปและอภิปรายผล ตอบคำถาม ทำรายการทดลองได้ด้วยตนเอง โดยครูจะช่วยสร้างกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในขณะ

ที่ทำการทดลอง จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ เข้าใจในเนื้อหาสาระตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้นักเรียนเกิดการค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับหลักการสอนของ บรุนเนอร์ (Bruner) กล่าวว่า หลักการสอนโดยวิธีการค้นพบด้วยตนเอง นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พาฝัน วรกา (2560 : 74-75) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้ชุดทดลองที่ประดิษฐ์จากกระดาษอย่างง่ายเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โพรตีนบนพื้นฐานกิจกรรมการลงมือปฏิบัติจริง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{x}=31.93$, S.D.=1.56) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x}=13.14$, S.D.=4.55) หลังจากการเรียนรู้โดยใช้ชุดทดลองที่ประดิษฐ์จากกระดาษอย่างง่ายบนพื้นฐานกิจกรรมการลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจเรื่องโปรตีนถูกต้องเพิ่มขึ้น และโดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.20$, S.D.=0.14) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

3. การศึกษาทักษะการทดลองหลังเรียนด้วยชุดทดลอง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะการทดลองค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.85 ($\bar{x}=7.85$, S.D.=0.24) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของทักษะการทดลองกับค่าคงที่ 7.20 ขึ้นไป พบว่า ค่าเฉลี่ยของทักษะการทดลองมากกว่าค่าคงที่ 7.20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีทักษะการทดลองอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่หลากหลาย เน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ส่งผลให้พัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนทั้ง 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองและการบันทึกผลการทดลอง ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง เกิดทักษะการทดลอง ผ่านวิธีการลงมือทำในขั้นตอนการทดลองต่าง ๆ ได้พิสูจน์ ทดสอบ เห็นผลการทดลองด้วยตนเอง ตามแนวคิดของ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) กล่าวว่า ประสบการณ์ของเด็กจะเกิดขึ้นได้ต้องใช้ความคิดและการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ การทดลองและการค้นพบด้วยตนเอง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาร์ชีชีะ ดินอะ (2561 : 102-104) ได้ศึกษาเรื่อง การสร้างชุดทดลองการไทเทรตอย่างง่ายแบบย่อส่วนและต้นทุนต่ำเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ทักษะการทดลอง และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการไทเทรตกรด-เบส หลังเรียน ($\bar{x}=20.64$, S.D.=4.95) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x}=9.91$, S.D.=2.47) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.11 และจากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากมีคะแนนเฉลี่ย 4.27 ($\bar{x}=4.27$, S.D.=0.53) แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับชุดการทดลองการไทเทรตอย่างง่าย

แบบย่อส่วนและต้นทุนต่ำสามารถพัฒนาความเข้าใจและทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรดเบส ได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลอง ครูควรเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมีที่ใช้ไว้วางหน้าให้พร้อมเพื่อความสะดวก รวดเร็วในการใช้ปฏิบัติกิจกรรม
2. การจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองมีวิธีการทดลองหลากหลายขั้นตอน บางครั้งอาจใช้เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมนานกว่าเวลาที่กำหนด ครูต้องการวางแผนและยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสม เพื่อนักเรียนจะสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่
3. ครูควรแนะนำวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี วิธีการใช้ ทำให้นักเรียนเข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อความปลอดภัยและป้องกันความผิดพลาดและอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองร่วมกับรูปแบบการสอนอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา เป็นต้น เพื่อเป็นทางเลือกที่หลากหลายและส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น
2. ควรมีการศึกษาลักษณะการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองในเนื้อหาสาระอื่น ๆ เช่น สารละลาย แรงในชีวิตประจำวัน และควรมีการศึกษาพัฒนาทักษะในด้านอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ทักษะคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น
3. ควรมีการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดทดลอง เพื่อนำข้อเสนอแนะที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนา ปรับปรุงสื่อการสอนให้มีประสิทธิภาพ เหมาะสมตรงกับความต้องการของนักเรียนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ทิตินา แคมมณี. (2548). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตินา แคมมณี. (2552). *รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ประภัสสร ชันแข็ง. (2561). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดไทร (ถาวรพรหมานุกูล). เอกสารการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56. 30 มกราคม 2561. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พาฝัน วรกา. (2560). การใช้ชุดทดลองที่ประดิษฐ์จากกระดาษอย่างง่ายเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องโปรตีนบนพื้นฐานกิจกรรมการลงมือปฏิบัติจริง. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดและเทคนิคการสอน 1. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนา คุณภาพวิชาการ.
- ศิวกร กตัญญูสรณ์. (2563). การพัฒนาชุดทดลองฟิสิกส์ เรื่อง แรงเสียดทาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้ำของคุรุสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2562). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาร์ชีซะ ดินอะ. (2561). การสร้างชุดทดลองการไทเทรตอย่างง่ายแบบย่อส่วนและต้นทุนต่ำเพื่อส่งเสริม การเรียน ทักษะการทดลอง และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัย อุบลราชธานี.