การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) เพื่อพัฒนาแนวคิดในระดับจุลภาค เรื่อง เซลล์กัลวานิก ผ่านการสร้างชิ้นงาน ภาพเคลื่อนไหว (Stop motion)

Inquiry-based learning for develop concepts at the microscopic levels of galvanic cells through the creation of stop motion work pieces

วิลาสินี จันศรีใหม่ (Wilasinee Jansrimai)[1]
ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (Porntip Supatchaiyawong)[2]
สุภาพร ดาวัลย์ (Supaporn Dawan)[3]

บทคัดย่อ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry : 5Es) เพื่อพัฒนาแนวคิดในระดับจุลภาค โดยในขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจเป็นขั้นที่ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดในระดับจุลภาคได้จากการปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนสามารถสะท้อนผลของการทดลองด้วยการวาดภาพแบบจำลองแนวคิดเรื่องเซลล์กัลวานิก และนำมาสร้างชิ้นงานในระดับจุลภาคได้ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่องเซลล์กัลวานิกในระดับจุลภาค ผ่านการสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว

[1]นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต E-mail: kuller_khwanzz@hotmail.com

[2]อาจารย์สาขาวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต E-mail: porntip.s@.pkru.ac.th

[3]อาจารย์สาขาวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต E-mail: supaporn.d@pkru.ac.th

(Stop motion) ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 2) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ผ่านการสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว ทำการศึกษาโดยเก็บข้อมูลจากแบบวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์กัลวานิก และแบบประเมินชิ้นงานภาพเคลื่อนไหวในระดับจุลภาค วิเคราะห์ข้อมูลโดยอ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียดแล้วตีความเพื่อจำแนกกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามแนวคิดของ Brickhouse และคณะ นำเสนอในรูปแบบร้อยละ และประเมินชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) ในระดับจุลภาค ผลการวิจัย พบว่า หลังจากได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 85.8 มีแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) และร้อยละ 14.2 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) และไม่มีประเด็นใดที่นักเรียนไม่มีแนวคิด สำหรับชิ้นงาน Stop motion นักเรียนสามารถจำลองแสดงการเกิดเซลล์กัลวานิกที่สะท้อนถึงการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในระดับจุลภาคได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับจุลภาค เรื่อง เซลล์กัลวานิก ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาและมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น

คำสำคัญ : กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้, แนวคิดในระดับจุลภาค, เซลล์กัลป์วานิก, ภาพเคลื่อนไหว

---

[1]Undergraduate Student, Chemistry Program, Faculty of Education, Phuket Rajabhat University

[2]Lecturer, Chemistry Program, Faculty of Education, Phuket Rajabhat University

[3]Lecturer, Chemistry Program, Faculty of Education, Phuket Rajabhat University

(Received : April 17, 2020; Revised : June 17, 2020; Accepted : July 21, 2020)

Abstract

Learning in chemistry is mostly complex and abstract. Most students understand chemical concepts at the macroscopic level, rather than at the microscopic level. Therefore, in order for the students to have ideas that are more in the nature of chemistry at the microscopic levels, the researcher should organize learning activities through the Inquiry-based learning model (5Es). This will allow students to create work pieces at the microscopic levels. The purposes were 1) to develop the concept of galvanic cells at the microscopic levels through the creation of a stop motion for student's grade 12. 2) To study the 5Es through the creation of a stop motion. 3) For the collecting of data from the concept test and work pieces at the microscopic levels of galvanic cells. The data were analyzed through interpreting to groups describing their concepts of galvanic cells based on a work of Brickhouse et al. and presented in the form of percentage, and the students' works were evaluated at the microscopic levels. The results of the research showed that most of the students, 81.2%, had no concept and there was no point they had a good concept. After learning activities through the 5Es teaching process, it was found that 85.8% of the students had a Sound Understanding (SU) and 14.2% had Partial Understanding (PU) and there were no issues that students did not have concept. For the stop motion work piece, students were able to perform creation of galvanic cells that reflect the transfer of electrons at the microscopic levels. Learning activities through 5Es enabled the development of scientific concepts at the microscopic levels for students, effectively causing students to have a better understanding of the content and more scientific concepts.

Keywords : Inquiry-based learning, Microscopic levels, Galvanic cells, Stop motion

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการช่วยสร้างความคิดที่พัฒนามนุษย์ เนื่องมาจากวิทยาศาสตร์ได้เข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตของมนุษย์ทุกคน ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นที่จะต้องมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีกระบวนการคิดและการกระทำในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เน้นให้ผู้เรียนได้กระทำหรือลงมือปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวผู้เรียนเอง (Learning by doing) ให้ผู้เรียนเกิดการสังเกตหรือเกิดข้อสงสัยขึ้นภายในตนเองเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะและฝึกกระบวนการตั้งคำถามซึ่งจะนำไปสู่การดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบผ่านกระบวนการทดลอง จากนั้นลงมือปฏิบัติการทดลอง แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์และใช้เป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบายและสังเคราะห์ออกมาเป็นแบบจำลองและคำอธิบายของตนเอง โดยครูผู้สอนคอยทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) และคอยให้คำแนะนำในการเรียนรู้ (อับดุลเลาะ อูมาร์, 2560, น. 102)

ในการเรียนวิชาเคมีนั้นเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นเรื่องที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมยากต่อการเข้าใจ นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความสับสน จนกลายเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ทำให้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในเชิงวิทยาศาสตร์ผิดไปจากความเป็นจริง ซึ่งในเรื่องเซลล์กัลวานิกเป็นหัวข้อหนึ่งของวิชาเคมีที่เนื้อหามีความซับซ้อน นักเรียนมีความสับสนและไม่เข้าใจในปฏิกิริยาเคมีที่เรียกว่า “ปฏิกิริยารีดอกซ์”ที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน ซึ่งเป็นนามธรรมมองไม่เห็นและยังมีความสับสนในระบบขั้วแคโทดและขั้วแอโนด การดุลสมการเคมี รวมถึงชนิดของเซลล์ไฟฟ้าเคมี (Acer, 2550 อ้างถึงใน กิติยวดี สิทธิวรเดช, 2557, น. 1651) และนักเรียนยังสับสนเรื่องการถ่ายโอนอิเล็กตรอน “ทำไมเมื่อถ่ายโอนอิเล็กตรอนแล้วโลหะเกิดการผุกร่อน” “สารละลายรับอิเล็กตรอนได้อย่างไร” ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชรี ร่มพะยอม วิชัยดิษฐ (2558, น. 197) ที่พบว่า ผู้เรียนไม่สามารถจินตนาการการเปลี่ยนแปลงในระดับ

อะตอม โมเลกุล หรือไอออนได้ จึงทำให้ไม่เข้าใจการเปลี่ยนแปลงในระดับจุลภาค ดังนั้นแนวทางในการแก้ปัญหาโดยการจัดการเรียนการสอนควรเน้นการเรียนการสอนวิชาเคมีให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา โดยเชื่อมโยงแนวคิดทางเคมีทั้งสามระดับ คือ สิ่งที่สังเกตเห็น คำอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารในระดับอนุภาค และทำให้ผู้เรียนเข้าใจภาษาสัญลักษณ์ที่ใช้ในการสื่อสารซึ่งเป็นการแก้ปัญหาในการเรียนการสอนวิชาเคมีและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา

ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาแนวคิดในระดับจุลภาค เรื่อง เซลล์กัลวานิก ผ่านการสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองและเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และนำผลจากการทดลองมาเชื่อมโยงให้สอดคล้องกับทฤษฎีเพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองในระดับจุลภาค จากงานวิจัยของ สนทยา บ้งพรม (2558, น. 86) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผสมผสานกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในขั้นขยายความรู้ สามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ รวมถึงการสร้างชิ้นงานเป็นภาพเคลื่อนไหวในระดับจุลภาค โดยใช้เทคนิคการถ่ายภาพหรือวาดรูปแบบจำลองที่ค่อย ๆ ขยับ จะเรียกว่า ภาพเคลื่อนไหวแบบการเคลื่อนที่หยุด หรือสตอปโมชัน (Stop motion) ที่เคลื่อนไหวโดยการฉายภาพนิ่งหลาย ๆ ภาพต่อเนื่องกันสามารถทำให้นักเรียนมองภาพในระดับจุลภาคออกมากยิ่งขึ้นสามารถทำให้นักเรียนมองภาพออกมากยิ่งขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองเพิ่มมากขึ้น และยังสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ (Poohkay & Szabo, 1995 อ้างถึงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2555, น. 128) ผู้วิจัยคาดหวังว่านักเรียนจะเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องเซลล์กัลวานิก และสามารถนำแนวคิดที่ถูกต้องมาสร้างสรรค์ชิ้นงานในระดับจุลภาค เพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงการเรียนวิชาเคมีให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่องเซลล์กัลวานิกในระดับจุลภาค ผ่านการสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es)

2. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผ่านการสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion)

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการเข้าถึงข้อมูลด้วยวิธีเชิงคุณภาพประกอบกับวิธีเชิงปริมาณ เพื่อพัฒนาแนวคิดในระดับจุลภาค เรื่อง เซลล์กัลวานิก ผ่านการสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 34-36) ได้กำหนดรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) โดยผู้วิจัยเลือกกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพัทลุง ทั้งหมด 35 คน โดยเลือกแบบเจาะจงประชากร เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนในรายวิชาเคมีอยู่ในระดับต่ำ และผู้วิจัยต้องการพัฒนาแนวคิดด้านเคมีกับนักเรียนให้เพิ่มสูงขึ้น และเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดแนวคิด เรื่อง เซลล์กัลวานิก เป็นคำถามแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ และแบบประเมินชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) โดยนำแบบวัดแนวคิดเรื่อง เซลล์กัลวานิกเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบวัดแนวคิดระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (Index of item-Objective Congruence: IOC) แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องด้านภาษา การใช้คำถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป มา 5

ข้อ ใช้วัดก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูล โดยการตีความหมายข้อมูล จัดกลุ่มคำตอบเป็น 4 กลุ่ม คือ แนวคิดที่ถูกต้อง หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด แนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ แนวคิดที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่มีบางองค์ประกอบที่มีแนวคิดที่ถูกต้อง และบางองค์ประกอบที่มีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีแนวคิด หมายถึง นักเรียนอธิบายไม่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม หรือไม่ตอบคำถาม โดยปรับจากแนวคิดของ Brickhouse และคณะ (อ้างอิงถึงใน อาทิตยา จิตร์เอื้อเฟื้อ, 2551, น. 20) นำเสนอในรูปแบบร้อยละ และประเมินชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (stop motion) ในระดับจุลภาค

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์กัลวานิก ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพื่อพัฒนาแนวคิดในระดับจุลภาคผ่านการสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 35 คน จำนวน 5 ประเด็น ดังตาราง

ตาราง จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดในแต่ละกลุ่มจากคะแนนนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ประเด็นที่ศึกษา	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)			
	แนวคิดที่ถูกต้อง (SU)	แนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน (PU)	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน (SM)	ไม่มีแนวคิด (NU)
ประเด็นที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนอิเล็กตรอน				
ก่อนเรียน	0 (0%)	0 (0%)	5 (14%)	30 (86%)
หลังเรียน	33 (94%)	2 (6%)	0 (0%)	0 (0%)
ประเด็นที่ 2 เรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์				
ก่อนเรียน	0 (0%)	0 (0%)	2 (6%)	33 (94%)
หลังเรียน	30 (86%)	5 (14%)	0 (0%)	0 (0%)
ประเด็นที่ 3 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ				
ก่อนเรียน	0 (0%)	2 (6%)	8 (22%)	25 (72%)
หลังเรียน	32 (91%)	3 (9%)	0 (0%)	0 (0%)
ประเด็นที่ 4 องค์ประกอบเซลล์กัลวานิก				
ก่อนเรียน	0 (0%)	1 (3%)	7 (20%)	27 (77%)
หลังเรียน	30 (86%)	5 (14%)	0 (0%)	0 (0%)
ประเด็นที่ 5 เลขออกซิเดชัน				
ก่อนเรียน	0 (0%)	5 (15%)	3 (8%)	27 (77%)
หลังเรียน	25 (72%)	10 (28%)	0 (0%)	0 (0%)

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์กัลวานิก ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผ่านการสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว

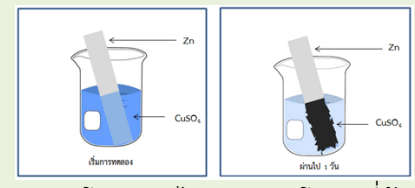
(Stop motion) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 35 คน ที่ศึกษามีทั้งหมด 5 ประเด็น คือ ประเด็นที่ 1 การถ่ายโอนอิเล็กตรอน ประเด็นที่ 2 ปฏิกิริยารีดอกซ์ ประเด็นที่ 3 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ประเด็นที่ 4 องค์ประกอบเซลล์กัลวานิก และประเด็นที่ 5 เลขออกซิเดชัน พบว่า จากร้อยละของคะแนนโดยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 81.2 โดยประเด็นที่นักเรียนไม่มีแนวคิดมากที่สุด คือ ประเด็นที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยารีดอกซ์ ร้อยละ 94 รองลงมา คือ ประเด็นที่ 1 การถ่ายโอนอิเล็กตรอน ร้อยละ 86 ประเด็นที่ 4 องค์ประกอบเซลล์กัลวานิก และประเด็นที่ 5 เลขออกซิเดชัน ร้อยละ 77 และสุดท้าย คือ ประเด็นที่ 3 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ร้อยละ 72 นักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 14 โดยประเด็นที่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ ประเด็นที่ 3 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ร้อยละ 22 ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน “เมื่อจุ่มโลหะลงในสารละลายจะเกิดการกัดกร่อนเสมอ” รองลงมา คือ ประเด็นที่ 4 องค์ประกอบเซลล์กัลวานิก ร้อยละ 20 ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน “ขั้วแคโทดจ่ายอิเล็กตรอน ส่วนขั้วแอโนดรับอิเล็กตรอน” ประเด็นที่ 1 การถ่ายโอนอิเล็กตรอน ร้อยละ 14 ประเด็นที่ 5 เลขออกซิเดชัน ร้อยละ 8 และสุดท้าย คือ ประเด็นที่ 2 ปฏิกิริยารีดอกซ์ ร้อยละ 6 นักเรียนที่มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 4.8 โดยประเด็นที่นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนมากที่สุด คือ ประเด็นที่ 5 เลขออกซิเดชัน ร้อยละ 15 รองลงมา คือ ประเด็นที่ 3 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ร้อยละ 6 และประเด็นที่ 4 องค์ประกอบเซลล์กัลวานิก ร้อยละ 3 และนักเรียนที่มีแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) ร้อยละ 0.00 แสดงว่าไม่มีประเด็นที่นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ พบว่า จากร้อยละคะแนนโดยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 85.8 โดยประเด็นที่นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากที่สุด คือ ประเด็นที่ 1 การถ่ายโอนอิเล็กตรอน ร้อยละ 94 รองลงมา คือ ประเด็นที่ 3 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ร้อยละ 91 ประเด็นที่ 2 ปฏิกิริยารีดอกซ์ และประเด็นที่ 4 องค์ประกอบเซลล์กัลวานิก ร้อยละ 86 และสุดท้าย คือ ประเด็นที่ 5 เลขออกซิเดชัน ร้อยละ 72 นักเรียนที่มีแนวคิดที่ถูกต้อง

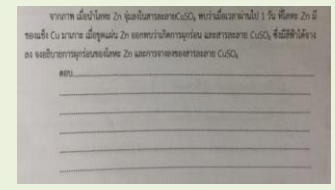
บางส่วน (PU) ร้อยละ 14.2 โดยประเด็นที่นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนมากที่สุด คือ ประเด็นที่ 5 เลขออกซิเดชัน ร้อยละ 28 รองลงมา คือ ประเด็นที่ 2 ปฏิกิริยารีดอกซ์ และประเด็นที่ 4 องค์ประกอบเซลล์กัลวานิก ร้อยละ 14 ประเด็นที่ 3 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ร้อยละ 9 และสุดท้าย คือ ประเด็นที่ 1 การถ่ายโอนอิเล็กตรอน ร้อยละ 6 ซึ่งหลังจากที่ได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) และไม่มีแนวคิด (NU) เนื่องจากในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง เรื่องเซลล์กัลวานิก ทำให้นักเรียนได้เข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และนำผลจากการทดลองมาเชื่อมโยงให้สอดคล้องกับทฤษฎีเพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้เป็นของตนเองในระดับจุลภาค และได้ให้นักเรียนสร้างชิ้นงานเป็นภาพเคลื่อนไหวในระดับจุลภาค ทำให้นักเรียนมองภาพออกมากยิ่งขึ้นจากผลการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดของแนวคิดดังกล่าว ดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 การถ่ายโอนอิเล็กตรอน

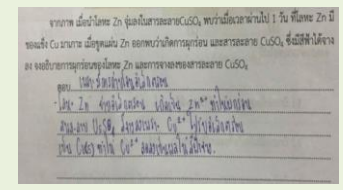
ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิด โดยผู้วิจัยได้ให้นักเรียนอธิบายการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ คือ เมื่อนำโลหะ Zn จุ่มลงในสารละลาย $CuSO_4$ เมื่อเวลาผ่านไป 1 วัน ขูดแผ่น Zn ออก พบว่า เกิดการผุกร่อน และสารละลาย $CuSO_4$ มีสีจางลง ให้นักเรียนอธิบายการผุกร่อนของโลหะ Zn และการจางลงของสารละลาย $CuSO_4$ (ดังตัวอย่างภาพที่ 1) ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 86) ไม่มีแนวคิด (NU) เลือกที่จะไม่ตอบคำถามเลย (ดังตัวอย่างภาพที่ 2) ซึ่งหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดอีกครั้ง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 94) มีแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) เพิ่มมากขึ้น ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายการผุกร่อนของโลหะ Zn และการจางลงของสารละลาย $CuSO_4$ ได้ถูกต้อง $CuSO_4$ (ดังตัวอย่างภาพที่ 3) และสามารถตอบคำถามได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน (นักเรียนคนที่ 1)



ภาพที่ 1 ภาพปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะที่ผู้วิจัยกำหนดมาให้



ภาพที่ 2 ก่อนเรียน

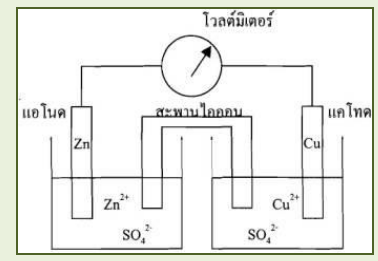


ภาพที่ 3 หลังเรียน

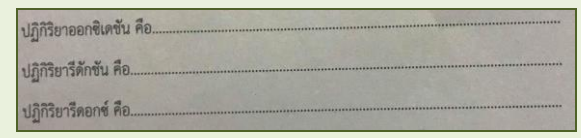
ประเด็นที่ 2 ปฏิกิริยารีดอกซ์

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิด โดยให้นักเรียนระบุปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยาออกซิเดชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ จากภาพที่กำหนด (ดังตัวอย่างภาพที่ 4) (หากกล่าวถึงปฏิกิริยารีดอกซ์ เป็นปฏิกิริยาเกี่ยวกับ การรับ-จ่ายอิเล็กตรอน แบ่งได้เป็น 2 ครึ่งปฏิกิริยา คือ ปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นปฏิกิริยาที่จ่ายอิเล็กตรอน และปฏิกิริยารีดักชัน เป็นปฏิกิริยาที่รับอิเล็กตรอน) ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 94) ไม่มีแนวคิด (NU) เลือกที่จะไม่ตอบคำถามเลย (ดังตัวอย่างภาพที่ 5) ซึ่งหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดอีกครั้ง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 86) มีแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) เพิ่มมากขึ้น

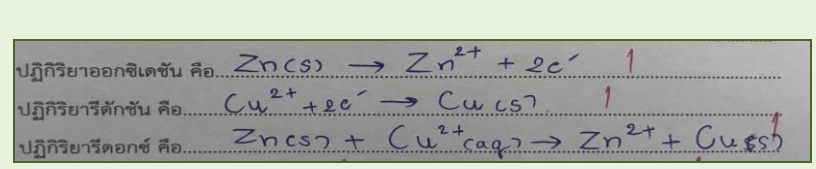
ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ (ดังตัวอย่างภาพที่ 6) ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน (นักเรียนคนที่ 25)



ภาพที่ 4 ภาพเซลล์กัลป์วานิก



ภาพที่ 5 ก่อนเรียน



ภาพที่ 6 หลังเรียน

ประเด็นที่ 3 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดโดยให้นักเรียนตอบคำถามว่าปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ที่สามารถเกิดเองได้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล จากภาพและครึ่งเซลล์ปฏิกิริยารีดักชันที่กำหนดให้ (ใช้ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน (E^0reduction) ทำนายปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะว่าเกิดขึ้นได้หรือไม่ ถ้า E^0reduction ของไอออนของโลหะมากกว่า E^0reduction โลหะที่จุ่มลงไป ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นเองได้ แต่ถ้า E^0reduction ของไอออนของโลหะน้อยกว่า E^0reduction โลหะที่จุ่มลงไป ปฏิกิริยาจะไม่เกิด) ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 72) ไม่มีแนวคิด (NU) เลือกที่จะไม่

ตอบคำถามเลย ซึ่งหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดอีกครั้ง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 91) มีแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) เพิ่มมากขึ้น และในประเด็นย่อยที่ 3.3 ถามว่า “ถ้านำสารละลาย CNO_3 (สารละลายสมมติ) บรรจุในภาชนะที่ต้องทำด้วยโลหะ A ได้หรือไม่” มีนักเรียนบางส่วนที่ตอบถูกแต่ไม่ได้อธิบายเหตุผล ผู้วิจัยจึงได้สัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม ปรากฏว่า นักเรียนได้อธิบายเพิ่มเติมดังนี้ “สาเหตุที่บรรจุสารละลาย CNO_3 ในภาชนะที่ทำด้วยโลหะ A ไม่ได้เพราะค่า E^0_{cell} ของโลหะ A น้อยกว่า E^0_{cell} ของสารละลาย CNO_3 หากบรรจุสารละลายลงไป โลหะ A จะจ่ายอิเล็กตรอนให้กับสารละลาย CNO_3 ทำให้โลหะ A เกิดการผุกร่อน” (นักเรียนคนที่ 12)

ประเด็นที่ 4 องค์ประกอบของเซลล์กัลป์วานิก

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดโดยให้นักเรียนบอกองค์ประกอบของเซลล์กัลวานิกจากภาพที่ครูกำหนดให้ (หากกล่าวถึงเซลล์กัลวานิก ประกอบด้วยสองครึ่งเซลล์ โดยแต่ละครึ่งเซลล์จะประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าที่จุ่มลงไปในสารละลาย ซึ่งเรียกว่า อิเล็กโทรด (Electrode) ขั้วที่จ่ายอิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เรียกว่า ขั้วแอโนด (Anode) เป็นขั้วลบ (-) และขั้วที่รับอิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยารีดักชัน เรียกว่า ขั้วแคโทด (Cathode) เป็นขั้วบวก (+) อิเล็กโทรดด้านที่จ่ายอิเล็กตรอนจะเกิดการผุกร่อน ส่วนอิเล็กโทรดด้านที่รับอิเล็กตรอนจะหนาขึ้น ในเซลล์จะมีสะพานเกลือเป็นสารอิเล็กโตรไลต์ที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารในเซลล์และมีไอออนบวก ไอออนลบ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วใกล้เคียงกัน หรือทำจากกระดาษกรองชุบอิเล็กโตรไลต์ โดยสะพานเกลือทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่เชื่อมต่อระหว่างครึ่งเซลล์ทั้งสอง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 77) ไม่มีแนวคิด (NU) เลือกที่จะไม่ตอบคำถามเลย และนักเรียนบางส่วน (ร้อยละ 20) มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน “ด้านที่จ่ายอิเล็กตรอน คือ ขั้วบวก และด้านที่รับอิเล็กตรอน คือ ขั้วลบ” (นักเรียนคนที่ 28) “สะพานเกลือเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา” (นักเรียนคนที่ 10) “ปฏิกิริยาที่รับอิเล็กตรอน คือ ปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยาที่จ่ายอิเล็กตรอน คือ ปฏิกิริยารีดักชัน” (นักเรียนคนที่ 15) ซึ่งหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดอีกครั้ง

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 86) มีแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) เพิ่มมากขึ้น นักเรียนสามารถตอบคำถามและอธิบายองค์ประกอบของเซลล์กัลวานิกได้

ประเด็นที่ 5 เลขออกซิเดชัน

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิด โดยให้นักเรียนหาเลขออกซิเดชัน ตัวอย่างคำถาม “จงหาเลขออกซิเดชันของธาตุ S ในสารประกอบ ต่อไปนี้ H_2S, H_2SO_4, $H_2S_2O_3$” ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 77) ไม่มีแนวคิด (NU) เลือกที่จะไม่ตอบคำถามเลย และนักเรียนบางส่วน (ร้อยละ 8) มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน “ธาตุออกซิเจนมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ +2 ” (นักเรียนคนที่ 20) ซึ่งหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดอีกครั้ง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 72) มีแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) เพิ่มมากขึ้น นักเรียนสามารถตอบคำถามได้

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพื่อพัฒนาแนวคิดในระดับจุลภาค ผ่านการสร้างชิ้นงาน ภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ผู้วิจัยให้ผู้เรียนเห็นในระดับมหภาค โดยการดูวีดิโอ ดูรูปภาพ ดูของจริงจากการทำการทดลองในคาบเรียนเรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์ ผู้วิจัยให้ผู้เรียนสังเกตปรากฏการณ์ในระดับมหภาค เรื่อง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะจากการทำการทดลอง และคาบเรียนเรื่องปฏิกิริยาของเซลล์กัลวานิก ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำการทดลองปฏิกิริยาที่เกิดในเซลล์กัลวานิกแบบความต่างศักย์

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ผู้วิจัยให้ผู้เรียนสังเกต และสะท้อนผลจากการสังเกตด้วยการวาดภาพแบบจำลองแนวคิด เรื่อง เซลล์กัลวานิก และอธิบายเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์จากผลของการทดลอง

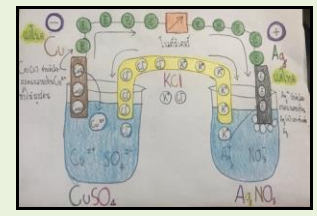
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ผู้วิจัยได้อธิบายในระดับจุลภาคโดยการวาดภาพ และให้ผู้เรียนดูสื่อ Animation การเคลื่อนไหวในระดับจุลภาค

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ผู้วิจัยให้ผู้เรียนวาดภาพแสดงแบบจำลองการเกิดเซลล์กัลวานิกในระดับจุลภาคโดยให้นักเรียนวาดภาพแสดงการเกิดปฏิกิริยาของสารอิเล็กโตรไลต์และขั้วไฟฟ้า กำหนดขั้วแคโทดและขั้วแอโนด อธิบายการถ่ายโอน

อิเล็กตรอน การผุกร่อนของขั้วไฟฟ้า ปฏิกิริยารีดอกซ์ ปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน ผู้วิจัยให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหวผ่าน Stop motion เรื่องปฏิกิริยาในเซลล์กัลวานิก จัดทำเป็นรายกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มสามารถออกแบบ Stop motion ของตัวเองได้อย่างอิสระและสร้างสรรค์ภายใต้หัวข้อปฏิกิริยาที่ได้รับ

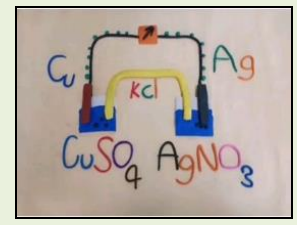
จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) เพื่อพัฒนาแนวคิดในระดับจุลภาคผ่านการสร้างชิ้นงาน ภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) ผู้วิจัยให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว เรื่อง ปฏิกิริยาในเซลล์กัลวานิก แล้วประเมินผลชิ้นงานโดยใช้แบบประเมินชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว พบว่า ในการสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) เซลล์กัลวานิก ในระดับจุลภาค นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของเซลล์กัลวานิก พร้อมทั้งแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันและปฏิกิริยารีดักชัน การจ่าย-รับอิเล็กตรอน ทิศทางของอิเล็กตรอน ขั้วที่เกิดการผุกร่อนและขั้วที่หนาขึ้น ขั้วแคโทดและขั้วแอโนด ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน (ดังตัวอย่างภาพที่ 8)



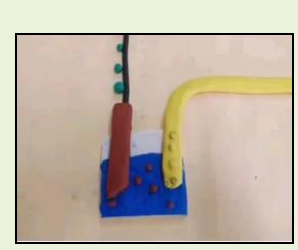
ภาพที่ 8 ภาพแบบจำลองการเกิดเซลล์กัลวานิก

เมื่อนำแบบจำลองไปสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) ปรากฏว่า นักเรียนสามารถอธิบายการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากทิศทางการไหลของอิเล็กตรอนได้ และสามารถแสดงและสามารถระบุสถานะของสารเมื่อจ่ายอิเล็กตรอน และรับอิเล็กตรอนได้ เช่น จากโลหะ Cu เมื่อจ่ายอิเล็กตรอนกลายเป็นไอออน Cu^{2+} และไอออนของ Ag^{+} ในสารละลาย $AgNO_3$ เมื่อรับอิเล็กตรอนจะกลายเป็น $Ag_{(s)}$ ทำให้

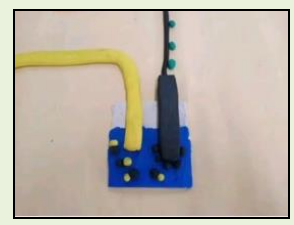
อิเล็กโทรดขั้ว Cu เกิดการผุกร่อน และ อิเล็กโทรดขั้ว Ag หนาขึ้น และไอออนของสารละลายในสะพานเกลือเข้ามาทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่เชื่อมต่อระหว่างครึ่งเซลล์ทั้งสอง โดยไอออนบวกจากสะพานเกลือจะเคลื่อนที่ไปยังครึ่งเซลล์ที่มีประจุลบมาก ในทางตรงกันข้ามไอออนลบก็จะเคลื่อนที่ไปยังครึ่งเซลล์ที่มีประจุบวกมาก จึงทำให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปได้ในเวลาที่มากขึ้น ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน (ดังตัวอย่างภาพที่ 9-13)



ภาพที่ 9 ภาพองค์ประกอบของเซลล์กัลป์วานิก



ภาพที่ 10 การผุกร่อนของโลหะ Cu



ภาพที่ 11 ขั้ว Ag หนาขึ้น

ภาพที่ 12 ไอออนลบของสะพานเกลือเคลื่อนที่ไปยังครึ่งเซลล์ที่มีประจุบวกมาก

ภาพที่ 13 ไอออนบวกของสะพานเกลือเคลื่อนที่ไปยังครึ่งเซลล์ที่มีประจุลบมาก

บทสรุป

1. แนวคิด เรื่อง เซลล์กัลวานิก โดยผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผ่านการสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 35 คน พบว่า หลังจากได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 85.8 มีแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) และร้อยละ 14.2 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) และไม่มีประเด็นใดที่นักเรียนไม่มีแนวคิด สำหรับชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) นักเรียนสามารถจำลองแสดงการเกิดเซลล์กัลวานิกที่สะท้อนถึงการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในระดับจุลภาคได้

2. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผ่านการสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) พบว่า หลังจากจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทั้ง 5 ขั้น นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองแนวคิดเซลล์กัลวานิกผ่านชิ้นงานภาพเคลื่อนไหวได้ พร้อมทั้งระบุองค์ประกอบของเซลล์กัลวานิก

ในระดับจุลภาค แสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันและปฏิกิริยารีดักชัน การจ่าย-รับอิเล็กตรอน ทิศทางของอิเล็กตรอนได้ถูกต้อง

อภิปรายผล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับจุลภาค เนื่องจากกิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งนักเรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเองโดยครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการค้นพบ โดยในขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ นักเรียนได้ดูวีดิโอ และได้ดูของจริงจากการทำการทดลอง ทำให้นักเรียนเห็นการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และเกิดแนวคิดในระดับมหภาค ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจเป็นขั้นที่ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดในระดับจุลภาคได้จากการปฏิบัติกิจกรรมสร้างแบบจำลองแนวคิดเซลล์กัลวานิก ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ผู้วิจัยได้อธิบายในระดับจุลภาคโดยการวาดภาพ และให้ผู้เรียนดูสื่อ Animation การเคลื่อนไหวในระดับจุลภาคในการเกิดเซลล์กัลวานิกเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความรู้เรื่องเซลล์กัลวานิกเพิ่มขึ้น ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนวาดภาพแสดงแบบจำลองการเกิดเซลล์กัลวานิกในระดับจุลภาค และให้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อธิบายปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้จาก 3 ขั้นข้างต้นมาใช้อธิบายการเกิดเซลล์กัลวานิกในระดับจุลภาคได้อย่างถูกต้องครบถ้วน และในขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน ให้นักเรียนนำเสนอการเกิดเซลล์กัลวานิกออกมาในรูปแบบภาพเคลื่อนไหวในระดับจุลภาค (Stop motion) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชรี ร่มพะยอม วิชัยดิษฐ (2558, น. 197) ที่พบว่าผู้เรียนไม่สามารถสังเกตเห็นคำอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารในระดับอนุภาค และทำให้ผู้เรียนเข้าใจภาษาสัญลักษณ์ที่ใช้ในการสื่อสารซึ่งเป็นการแก้ปัญหาในการเรียนการสอนวิชาเคมีและสอดคล้องจินตนาการการเปลี่ยนแปลงในระดับอะตอม โมเลกุล หรือไอออนได้ จึงทำให้ไม่เข้าใจการเปลี่ยนแปลงในระดับจุลภาค ดังนั้นแนวทางในการแก้ปัญหาโดยการจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ ครูไม่ควรให้ข้อมูลใหม่มากเกินไปในการสอนแต่ละครั้ง เนื่องจากจะทำให้ผู้เรียนประมวลผลข้อมูลไม่ทัน และควรเน้นการเรียนการสอนวิชาเคมีให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา

โดยเชื่อมโยงแนวคิดทางเคมีทั้งสามระดับ คือ สิ่งที่สังเกตเห็น คำอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารในระดับอนุภาคและทำให้ผู้เรียนเข้าใจภาษาสัญลักษณ์ที่ใช้ในการสื่อสาร และงานวิจัยของ อับดุลเลาะ อูมาร์ (2560, น. 102) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้กระทำหรือลงมือปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวผู้เรียนเอง (Learning by doing) และสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง และการสร้างแบบจำลองทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ และทฤษฎี และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย เริ่มจากการตั้งคำถาม ครูผู้สอนมักจะใช้คำถามหรือสื่อการสอนต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเกิดการสังเกตหรือเกิดข้อสงสัยขึ้นภายในตนเองเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะและฝึกกระบวนการตั้งคำถามซึ่งจะนำไปสู่การดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบผ่านกระบวนการทดลอง จากนั้นลงมือปฏิบัติการทดลอง แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ และใช้เป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบายและสังเคราะห์ออกมาเป็นแบบจำลองและคำอธิบายของตนเอง ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้ฝึกตั้งคำถาม แสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียนโดยเท่าเทียมกันทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจและกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง ทั้งนี้ก่อนจัดกิจกรรมที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนและไม่มีแนวคิดนั้น เพราะนักเรียนประสบปัญหาในการเรียนเคมี คิดว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่เข้าใจยากมีความเป็นนามธรรมสูง ไม่สามารถจินตนาการถึงการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาในระดับจุลภาคได้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการเรียนเคมีเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากการลงมือปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวเองและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาถูกต้องมากขึ้นรวมถึงเข้าใจการเปลี่ยนแปลงในระดับจุลภาค และเป็นการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ผ่านการสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) ผู้สอนต้องมีการเตรียมกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง เตรียมคำถามไปล่วงหน้า โดยต้องตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิด

ทักษะการคิด การวิเคราะห์ ให้นักเรียนเกิดความสนใจและนำไปคิดหาคำตอบด้วยตนเอง

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสร้างชิ้นงานผ่านภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) ครูสามารถเชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงในระดับจุลภาคได้โดยการให้นักเรียนดูภาพ หรือวิดีโอที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของสารในระดับจุลภาค แล้วให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และนำแบบจำลองมาสร้างเป็นชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์

3. ครูสามารถนำวิธีการสอนแบบสืบเสาะ (5Es) ผ่านการสร้างชิ้นงานภาพเคลื่อนไหว (Stop motion) ไปใช้พัฒนาแนวคิดเรื่องต่าง ๆ ในรายวิชาเคมี เช่น เรื่องกรด-เบส สมดุลเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บรรณานุกรม

กิติยวดี สิทธิวรเดช. (2557). ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าเคมีโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา. *วารสารงานประชุมวิชาการ The national graduated research conference ครั้งที่ 34*, 1649-1657.

พัชรี ร่มพะยอม วิชัยดิษฐ. (2558). ธรรมชาติของวิชาเคมี และการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว, 31*(2), 187-199.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2555). การส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสร้างภาพเคลื่อนไหว. *วารสารวิจัย มข, 2*(1), 115-130.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: องค์การค้าของคุรุสภา.

สนทยา บ้งพรม. (2558). *การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในขั้นขยายความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัย.

อาทิตยา จิตร์เอื้อเฟื้อ. (2551). *การส่งเสริมแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณในเรื่องการตอบสนองของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อับดุลเลาะ อูมาร์. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่อง สมดุลเคมี ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล จังหวัดปัตตานี* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.