

การพัฒนา ทักษะการทดลอง สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

โดยใช้แนวทางการเรียนรู้
แบบใช้วิจัยเป็นฐาน เรื่อง คุณภาพของน้ำในท้องถิ่น :
กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านซอย 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี

รัตนาภรณ์ รัตนบุรี และ
ดร.บรรณรักษ์ คู่มิตร
หลักสูตรสาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ทั่วไป
คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัย
ราชภัฏสุราษฎร์ธานี

Enhancing of Experimental Skills for Grade 3 Students

by Using Research - Based Learning Approach in
the Topic of the Quality of Local Water Resources :
Case Study of Ban Soi Song School, Surat Thani

บทคัดย่อ

การเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน หรือ RBL เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่นำกระบวนการวิจัยมาบูรณาการกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ี้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองขั้นต้นที่ศึกษากลุ่มเดียว วัตถุประสงค์หลังการทดลอง เก็บข้อมูลวิจัยโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมวิธี กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนบ้านซอย 2 ที่ตั้งอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 14 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่าการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน เรื่องคุณภาพของน้ำในท้องถิ่นที่ถูกพัฒนาขึ้นมานี้มีคุณภาพในระดับดีมาก ($= 4.48$, $S.D. = 0.28$) และหลังจากผ่านการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมดังกล่าวนี้ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีทักษะการทดลองโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($= 3.04$, $S.D. = 0.56$)

Abstract

Research - based learning (RBL) is a learning model which integrated research methodology into learning management steps. This learning strategy has been proven to enhance students learn with using scientific inquiry and construct knowledge by themselves. Thus, this research aim to develop science learning activities, which could be enhanced student's experimental skills, by using research-based learning strategy. This study is a pre - experimental research which is a one group posttest only design. Research data were collected by mixed method. The research target is a 14 of primary school student grade 3 of Ban Soi Song School, Surat Thani, which collected by purposive sampling. The results revealed that the research - based learning activities, regarding a topic of the quality of local water, that has been developed, be efficient in very good quality (= 4.48, S.D. = 0.28). After learning through the activities, the target students have been promoted the average of experimental skills at good as well (= 3.04, SD = 0.56).

บทนำ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน เป็นยุคที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีปริมาณความรู้ที่เพิ่มมากขึ้นทุกวัน และวิทยาการต่าง ๆ เป็นไปแบบก้าวกระโดด (ประสาธต เนื่องเฉลิม, 2558; สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2556) กลวิธีการสอนโดยการบอกหรือบรรยายความรู้ (Expository Teaching) และให้นักเรียนจดบันทึกตามคำพูด และท่องจำสูตรทฤษฎีต่าง ๆ เหมือนในอดีตจึงไม่ใช่วิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพอีกต่อไป ขณะเดียวกันปรัชญาของความเป็นวิทยาศาสตร์บ่งชี้ว่า “วิทยาศาสตร์” เป็นศาสตร์ที่ประกอบไปด้วย “ความรู้” (Knowledge) และกระบวนการ (Process) ซึ่งไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างสิ้นเชิง (ลีอชา ลดาชาติ และ ลฎาภา ลดาชาติ, 2559) ฉะนั้นแล้ว การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับปรัชญาของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ผู้สอนจึงจำเป็นต้องจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ใช้ทั้งความรู้ และกระบวนการในการเรียนรู้ ผู้เรียนควรได้รับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์จริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือที่เรา รู้จักกันดีว่า “การเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์” (Scientific Inquiry) (ลีอชา ลดาชาติ และ ลฎาภา ลดาชาติ, 2559)

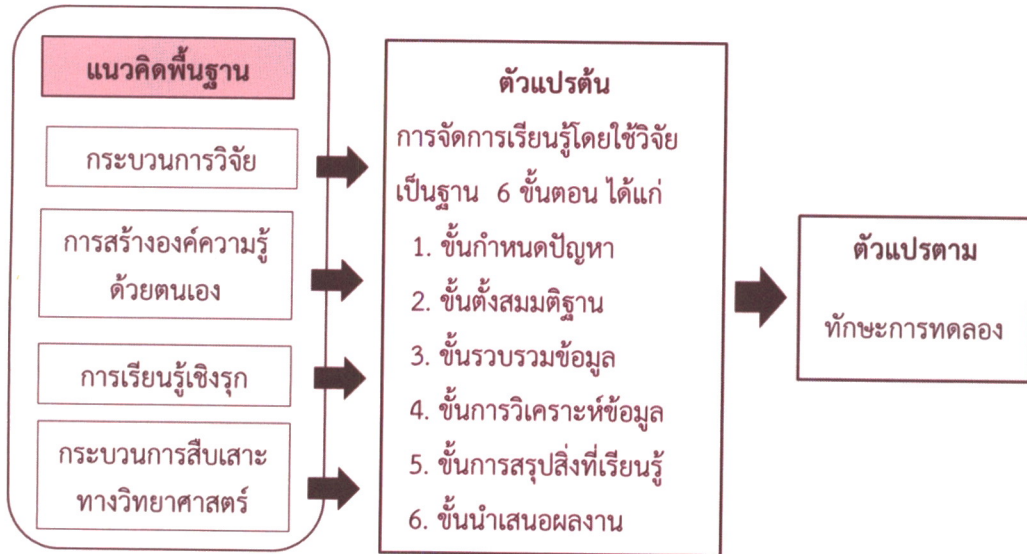
การเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนสามารถปฏิบัติได้หลายแนวทาง ทั้งนี้กลวิธีการสอนแต่ละแนวทางต่างก็มีจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ร่วมกัน คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบเสาะค้นหาสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการรวบรวม หาข้อมูล หรือหาหลักฐานเชิงประจักษ์มาเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือองค์ความรู้ที่ค้นพบ กลวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สืบเสาะและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองก็คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning หรือ RBL)

RBL เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ โดยอาศัยขั้นตอนการเรียนรู้ตามกระบวนการของการทำวิจัย ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) จนได้มาเป็นองค์ความรู้ที่ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเองอย่างเข้าใจในความสัมพันธ์แบบเหตุและผล (ทิตินา แซมมณี, 2548; บรรณรักษ์ คัมภีร์รักษา และ เพชรลัดดา รักษากิจ, 2562) โดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งรูปแบบการสอนแบบ RBL ได้เป็น 4 รูปแบบย่อย (Noguez & Neri, 2019) คือ แบบที่ 1 ผู้สอนนำผลการวิจัยมาประกอบเนื้อหาในการเรียนการสอน แบบที่ 2 ผู้เรียนใช้ผลการวิจัยในการเรียนรู้ แบบที่ 3 ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัย และแบบที่ 4 ผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ RBL ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทั้งความรู้และกระบวนการมากที่สุดคือรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนรู้ (Neimi & Nevgi, 2014) ซึ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ด้วยการลงมือปฏิบัติของ John Dewey (Dewey, 1986) โดยครูจะต้องปรับบทบาทของตนเองมาเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนนำเอาประสบการณ์จากการปฏิบัติมาทำความเข้าใจตามสาระวิชาที่เรียนอยู่ เพื่อนำไปสู่การตีความ การบูรณาการความรู้เดิมจนเข้าใจและสังเคราะห์เป็นความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นแก่ตนเองโดยนักเรียนเอง (สุธีระ ประเสริฐสรรพ, 2555) ด้วยวิธีการนี้จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังขั้นตอนที่พวกเขาปฏิบัติตามกระบวนการวิจัย มิใช่การปฏิบัติเป็นพิธีกรรมเพื่อให้ครบตามขั้นตอน

จากประสบการณ์ของผู้วิจัย ที่เป็นผู้รับผิดชอบในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาของโรงเรียนบ้านซอย 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทำให้ผู้วิจัยมีโอกาสได้สังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนมากเป็นพิเศษ ไม่ว่าจะเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนหรือพฤติกรรมอื่น ๆ นอกห้องเรียน จากการสังเกตดังกล่าว ผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาที่ผ่านมาของโรงเรียนแห่งนี้ ส่วนใหญ่จะมีรูปแบบการเรียนการสอนที่เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง ครูผู้สอนส่วนใหญ่ยังยึดการสอนโดยการบอกหรือบรรยายความรู้ นักเรียนจึงมีหน้าที่เพียงแค่ฟังสิ่งที่ครูบอกในห้องเรียนแล้วท่องจำมากกว่าการได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ที่ไม่ยั่งยืน ไม่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการเรียนรู้เพื่อแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง อาจส่งผลให้เกิดเป็นปัญหาสำหรับนักเรียนในการทำความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ (กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2553, ลือชา ลดาชาติ, 2561) สอดคล้องกับสถานการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยในปัจจุบันพบว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Chema, Panomrak, Seanyot, Nakpol, & Chatmaneerungcharoen, 2017) ซึ่งจะส่งผลต่ออย่างมากต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2559)

นอกจากนี้ ยังพบอีกว่านักเรียนเกินกว่าครึ่งหนึ่งของชั้นเรียนขาดทักษะด้านการทดลอง โดยนักเรียนไม่รู้จักชนิดของอุปกรณ์ เครื่องแก้ว และวิธีการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ หรือไม่สามารถบันทึกผลการทดลองด้วยตนเองได้ เป็นต้น ซึ่งทักษะการทดลองนั้นเป็นกระบวนการส่วนหนึ่งในการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นการขาดทักษะการทดลองอาจจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ลดลงหรือไม่เป็นไปตามเป้าหมายของการเรียนรู้

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมานี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยแบบ RBL มาเป็นฐานความคิดในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งคำถามในการวิจัยครั้งนี้คือ การใช้วิธีสอนแบบ RBL จะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างไร โดยผู้วิจัยได้กำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการทดลองให้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาศึกษา
2. เพื่อพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน

สมมติฐานของการวิจัย

การใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จะสามารถช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนโดยเฉลี่ยให้อยู่ในระดับดี

ขอบเขตการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre - Experimental Design) ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One - Shot Experimental Case Study (Leedy & Ormrod, 2015) ศึกษากลุ่มเดียว วัดเฉพาะหลังการทดลอง (One - Group Posttest Only Design) การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed - Method Research) ด้วยการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพไปพร้อม ๆ กัน และนำผลการวิจัยมาวิเคราะห์และสรุปพร้อมกัน (Schoonenboom & Johnson, 2017)

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนบ้านชอย 2 ที่ตั้งอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียน 14 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เป็นชั้นเรียนที่ผู้วิจัยเป็นครูประจำชั้น มีคาบสอนของนักเรียนในระดับชั้นนี้มากที่สุด ทำให้มีข้อมูลพฤติกรรมการเรียนรู้พื้นฐานของนักเรียนมากกว่านักเรียนในชั้นเรียนอื่น ๆ

เนื้อหาการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาเรื่อง คุณภาพของน้ำในท้องถิ่น ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย สารการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้ ว.6.1 ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง น้ำในท้องถิ่นของเรา ตัวชี้วัด ว.6.1 ป.3/1 สสำรวจและอธิบายสมบัติทางกายภาพของน้ำจากแหล่งน้ำในท้องถิ่น และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดลองภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ตั้งแต่เดือนมกราคม – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 โดยใช้เวลาทั้งหมด 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 6 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน หมายถึง การนำกระบวนการวิจัยหรือผลการวิจัยมาเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการทดลองและการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วย การเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชั้นระบุคำถาม 2) ชั้นตั้งสมมติฐาน 3) ชั้นวางแผนและออกแบบการทดลอง 4) ชั้นรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล 5) ชั้นการสรุปผล 6) ชั้นนำเสนอ

ทักษะการทดลอง ในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการออกแบบการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หาหลักฐานเชิงประจักษ์ ความสามารถในการดำเนินการทดลองตามขั้นตอนที่เหมาะสม และความสามารถในการบันทึกผลการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง คุณภาพของน้ำในท้องถิ่น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL จำนวน 1 แผน ใช้เวลาในการสอน 6 คาบ (คาบละ 1 ชั่วโมง)
2. แบบประเมินทักษะการทดลอง

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การสร้างเครื่องมือวิจัย

1.1 ศึกษาข้อมูลเพื่อวางแผนในการออกแบบและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ RBL เรื่องคุณภาพของน้ำ ในท้องถิ่น ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (ระดับสูงสุดคือ 5 คะแนน และระดับต่ำสุดคือ 1 คะแนน)

1.2 ออกแบบ และสร้างแบบประเมินทักษะการทดลองแบบมาตราประมาณค่า 4 ระดับ โดยระดับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน และระดับคะแนนต่ำสุด 1 คะแนน ประกอบด้วยประเด็นในประเมินทักษะการทดลอง 3 รายการ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง และการบันทึกผล โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพดังนี้

ระดับคะแนน	3.51 – 4.00 คะแนน	หมายถึง ดีมาก
ระดับคะแนน	3.01 – 3.50 คะแนน	หมายถึง ดี
ระดับคะแนน	2.51 – 3.00 คะแนน	หมายถึง พอใช้
ระดับคะแนน	2.01 – 2.50 คะแนน	หมายถึง ค่อนข้างแย
ระดับคะแนน	1.00 – 2.00 คะแนน	หมายถึง ควรปรับปรุง

จากนั้นผู้วิจัยนำแบบประเมินทักษะการทดลองดังกล่าวไปตรวจสอบความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และหาค่า IOC ของรายการประเมินแต่ละข้อ (Turner & Carlson, 2003) พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 1.00

2. การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือโดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้
ขั้นตอนการสอน จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL เรื่อง คุณภาพของน้ำในท้องถิ่น จำนวน 1 แผน เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง กิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละชั่วโมงแสดงดังในตารางที่ 1 ขณะเดียวกันผู้วิจัยเก็บข้อมูลระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินทักษะการทดลอง โดยผู้วิจัยเป็นผู้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มเป้าหมายจากการทำกิจกรรม ใบงาน ชิ้นงาน และการนำเสนอผลงาน แล้วบันทึกผลการสังเกตในแบบสังเกตแบบมาตราประมาณค่า (Rubric Scale) ที่กำหนดเกณฑ์ไว้อย่างชัดเจน

ขั้นหลังการสอน ผู้วิจัยนำผลคะแนนจากการตรวจแบบประเมินทักษะการทดลอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติอย่างง่าย แล้วแปรผลออกมาเป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อทดสอบสมมติฐาน และใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพมาอธิบายสนับสนุนผลการวิจัยโดยใช้วิธีการอธิบายเชิงพรรณนา โดยใช้รหัสตัวอักษร S แทนการเรียกชื่อนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เช่น S1 S2 S3 แทนนักเรียนคนที่ 1 2 และ 3 เป็นต้น และใช้รหัสตัวอักษร G แทนการเรียกกลุ่มของนักเรียนเป็น G1 G2 G3 แทนกลุ่มที่ 1 2 และ 3 เป็นต้น จากนั้นผู้วิจัยจึงสรุปผลการวิจัย

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นระบุคำถาม	ครูนำภาพถ่ายของแหล่งน้ำในชุมชนรอบ ๆ โรงเรียนประมาณ 2 - 3 แห่งมาให้ให้นักเรียนดูและเปรียบเทียบกันเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การตั้งคำถามและครูคอยชี้แนะให้เข้าสู่ประเด็นคุณภาพของแหล่งน้ำ	นักเรียนแบ่งกลุ่มกันทำกิจกรรมและตั้งคำถามจากภาพถ่ายแหล่งน้ำในชุมชนและร่วมกันอภิปรายเลือกคำถามที่น่าสนใจ
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน	ครูแนะนำเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน ยกตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน และคอยแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกตั้งสมมติฐานจากคำถาม	นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานจากคำถามที่เลือกไว้ และร่วมกันอภิปรายเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุด โดยมีครูคอยชี้แนะแนวทาง
3. ขั้นวางแผนและออกแบบการทดลอง	ครูเป็นพี่เลี้ยงในการจัดเตรียมอุปกรณ์วัสดุที่จำเป็นต้องใช้ในการทดลอง ตลอดจนให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์บางชนิด	นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองอย่างไรให้สอดคล้องกับสมมติฐาน และมีการระบุวัสดุ/อุปกรณ์ และออกแบบวิธีการบันทึกผลการทดลองให้เหมาะสม ตลอดจนจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทดลอง
4. ขั้นรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	ครูคอยดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด ช่วยอำนวยความสะดวกให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยคำนึงถึงความปลอดภัยอยู่เสมอ ตลอดจนช่วยชี้แนะแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล	นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามที่ได้ออกแบบการทดลองไว้ โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่เตรียมมาเอง และครูช่วยเตรียมให้ล่วงหน้า และนักเรียนบันทึกผลการทดลองตามความเป็นจริง และร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองที่ได้
5. ขั้นสรุปผล	ครูนำผู้เรียนเข้าสู่การอธิบายปรากฏการณ์ และลงข้อสรุปจากผลการทดลอง โดยใช้คำถามกระตุ้น และอธิบายหรือยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่ใกล้เคียง	นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอความคิดเห็น ช่วยกันเสนอเหตุผลเพื่ออธิบายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง
6. ขั้นนำเสนอ	ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากการสรุปผลการทดลอง ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน	ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองโดยการเขียนลงบนกระดาษปฐพี และออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL

ผลการวิจัย

1. การออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบ RBL พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน เรื่อง คุณภาพของน้ำในท้องถิ่นมีความเหมาะสมในระดับดีมาก ($= 4.48$, $S.D. = 0.28$) หมายความว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน เรื่อง คุณภาพของน้ำในท้องถิ่นที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นมีแนวโน้มที่สามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

2. ผลการพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ในงานวิจัยนี้ครูผู้สอนแบ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ RBL ออกเป็น 6 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง และมีการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม จำนวน 4 กลุ่ม ประกอบด้วยสมาชิกกลุ่มละ 5-6 คน พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แสดงออกมาขณะปฏิบัติกิจกรรมจะถูกสังเกต และประเมินทักษะการทดลอง ผลการวิจัยปรากฏดังแสดงในตารางที่ 2

รายการประเมินทักษะการทดลอง	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. การออกแบบการทดลอง	2.71	0.83	พอใช้
2. การดำเนินการทดลอง	3.21	0.43	ดี
3. การบันทึกผลการทดลอง	3.21	0.43	ดี
รวม	3.04	0.56	ดี

ตารางที่ 2 ผลการประเมินทักษะการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL เรื่อง คุณภาพของน้ำในท้องถิ่น สามารถช่วยส่งเสริมทักษะการทดลองนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยนี้ได้ กล่าวคือ ในประเด็นของการดำเนินการทดลองและการบันทึกผลการทดลอง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีระดับคุณภาพของทักษะอยู่ที่ระดับดี ค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินเท่ากับ 3.21 สำหรับทักษะการออกแบบการทดลองนั้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.71 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับพอใช้ และหากพิจารณาโดยภาพรวมจะพบว่าทักษะการทดลองของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ RBL มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.04 คะแนน และสามารถประเมินระดับคุณภาพได้ว่ามีทักษะการทดลองจัดอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานสมมติฐานของการวิจัย

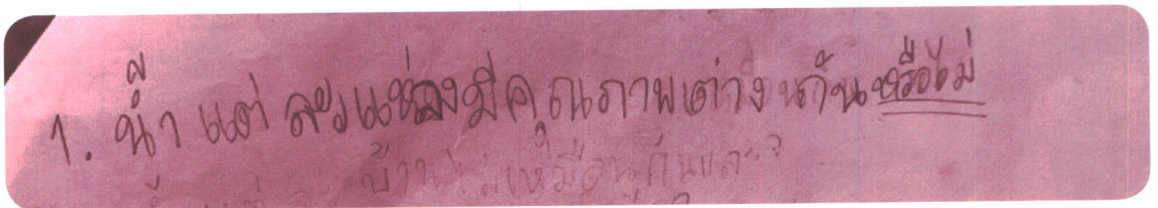
อภิปรายผลการวิจัย

จากการนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องคุณภาพของน้ำในท้องถิ่นที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาขึ้นมาใช้ในการพัฒนาทักษะการทดลอง ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนบ้านซอย 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ RBL มีทักษะการทดลองโดยเฉลี่ยอยู่ใน

เกณฑ์ระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ทั้งนี้สามารถอภิปรายได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวใช้แนวคิดของการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติเป็นหลัก (Dewey, 1986) โดยอาศัยขั้นตอนการเรียนรู้ตามกระบวนการของการทำวิจัย ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) (ทิตินา แวมมณี, 2548; บรรณรักษ์ คุ่มรักษา และ เพชรลัดดา รักษากิจ, 2562) ในกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวผู้เรียนจะถูกกระตุ้นให้ตั้งคำถาม และออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำในท้องถิ่น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์จริงเช่นเดียวกับกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการเรียนรู้เช่นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในการรวบรวม หาข้อมูล หรือหาหลักฐานเชิงประจักษ์ มาเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือตอบคำถามเพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ ด้วยกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวนี้ ผู้เรียนจึงถูกกระตุ้นให้เกิดทักษะการทดลองผ่านการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง (บรรณรักษ์ คุ่มรักษา และ เพชรลัดดา รักษากิจ, 2562; ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ, 2559)

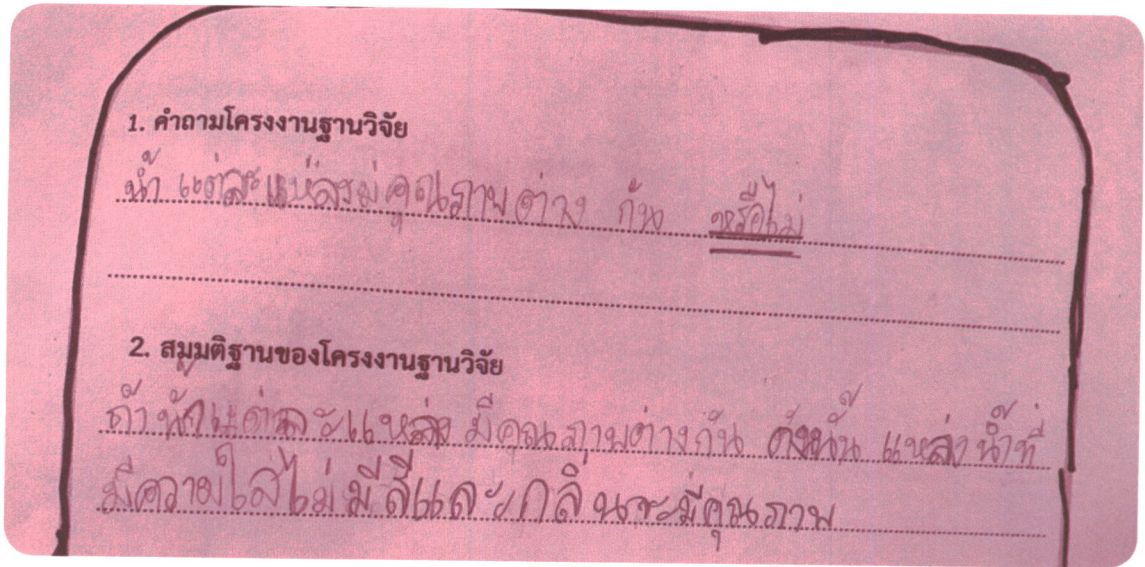
ในการการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้นั้น ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการตั้งคำถามการวิจัย ในขั้นนี้มีจุดประสงค์ที่จะให้นักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม ได้ร่วมกันตั้งคำถาม เพื่อกำหนดเป็นคำถามการวิจัย ในกิจกรรมนี้ครูให้นักเรียนตั้งคำถามจากภาพถ่ายแหล่งน้ำในชุมชน ซึ่งถือเป็นขั้นกระตุ้นความสนใจและนำเข้าสู่บทเรียนได้เป็นอย่างดี เพราะแหล่งน้ำดังกล่าวเป็นแหล่งน้ำที่นักเรียนคุ้นเคยและรู้จักเป็นอย่างดี บทบาทของครูในการสอนขั้นนี้ครูจะต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามให้มากที่สุดและมีความหลากหลายมากที่สุด จากนั้นครูต้องคอยชี้แนะเพื่อถ่วงถ่วงคำถามและจำกัดขอบเขตของคำถามให้อยู่ในประเด็นตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้ได้ จากการวิจัยปรากฏพบว่ามีนักเรียนเพียงแค่ 2 กลุ่ม คือกลุ่ม G1 และ G3 ที่สามารถกำหนดปัญหาได้สอดคล้องกับประเด็นที่ตั้งเป้าหมายไว้และเป็นคำถามที่สามารถหาคำตอบได้ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Chin, & Osborne, 2008) แต่อีก 2 กลุ่มที่เหลือคำถามที่ถูกตั้งขึ้นเป็นคำถามที่นอกประเด็นของวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือเป็นคำถามที่ไม่ใช่คำถามทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอนจึงชี้แนะให้นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเลือกมาคำถามการวิจัยในกระบวนการเรียนรู้ และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เลือกคำถาม “น้ำแต่ละแหล่งมีคุณภาพต่างกันหรือไม่” ซึ่งเป็นคำถามที่มาจากกลุ่ม G1 (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 คำถามที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันเลือก

2) ขึ้นตั้งสมมติฐาน ครูให้นักเรียนนำหัวข้อปัญหาที่เลือกไว้จากคาบที่แล้วมาตั้งสมมติฐาน โดยส่วนใหญ่ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะตั้งสมมติฐานไม่ได้ ครูจึงต้องอธิบายและยกตัวอย่างการตั้งสมมติฐานในสถานการณ์ที่ใกล้เคียง และคอยให้คำแนะนำกับทุกกลุ่มอย่างใกล้ชิด ครูผู้สอนให้แต่ละกลุ่มเสนอสมมติฐานของกลุ่มตนเอง จากนั้นสมาชิกในห้องเรียนก็ลงความเห็นเลือกสมมติฐานของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งที่สอดคล้องกับคำถามวิจัยมากที่สุด พบว่านักเรียนในชั้นเรียนเลือกสมมติฐานของกลุ่ม G3 ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 สมมติฐานที่นักเรียนได้รับคัดเลือกเพื่อทำการทดลองหาคำตอบ

3) ขั้นการวางแผนและออกแบบวิธีการดำเนินงานวิจัย กิจกรรมในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อฝึกทักษะการทดลองในด้านการออกแบบการทดลอง โดยนักเรียนภายในกลุ่มจะต้องช่วยกันกำหนดตัวแปรจากสมมติฐานที่เลือกไว้ จากนั้นก็ช่วยกันออกแบบการทดลอง โดยวางแผนว่าจะทดสอบสมมติฐานอย่างไร ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ใดบ้าง จากนั้นก็ออกแบบรูปแบบ วิธีการบันทึกผล (ภาพที่ 3) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าในกิจกรรมนี้มีนักเรียนเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้นที่สามารถออกแบบการทดลองได้สอดคล้องกับสมมติฐาน และเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้เหมาะสมมากที่สุด (กลุ่ม G1) ทำให้ผลคะแนนประเมินทักษะการออกแบบการทดลองที่มีคะแนนต่ำกว่าทักษะการทดลองในด้านอื่น ๆ (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ยังคงขาดทักษะการกำหนดตัวแปร และยังไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของสมมติฐานกับตัวแปรในการทดลอง ตัวอย่างเช่น นักเรียนตั้งสมมติฐานว่าน้ำแต่ละแหล่งมีคุณภาพต่างกัน แต่นักเรียนไม่สามารถกำหนดตัวแปรของการทดลองที่จะบ่งบอกถึงคุณภาพของน้ำได้ เป็นต้น



ภาพที่ 3 นักเรียนร่วมกันระบุวัสดุอุปกรณ์, วิธีการทดลอง และตารางบันทึกผล

4) ชั้นเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล กิจกรรมในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อฝึกทักษะการทดลอง ในด้านการดำเนินการทดลอง และการบันทึกผลโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามวิธีการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถปฏิบัติการทดลองได้ตามที่ออกแบบไว้เป็นอย่างดี ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยของการประเมินทักษะในด้านการดำเนินการทดลองและการบันทึกผลมีคะแนนสูงเท่ากันคือ 3.21 คะแนน (ตารางที่ 2) แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนส่วนหนึ่งยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างง่าย เช่น จากการสังเกตพฤติกรรมการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ การใช้ปิ๊กเกอร์ จะพบว่านักเรียนจะอ่านค่าในระดับต่ำกว่าสายตา หรือนักเรียนบางคนดวงของเหลวลงภาชนะปิ๊กเกอร์ แต่กลับเอามือที่จับปิ๊กเกอร์มาปิดสเกลที่อ่านค่า ปริมาตรทำให้ไม่สามารถดวงของเหลวได้ถูกต้อง เป็นต้น ดังนั้นในกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL นี้ครูก็จะคอยแนะนำ และฝึกการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ไปด้วยพร้อม ๆ กันทำให้นักเรียนได้เรียนรู้การใช้เครื่องมือและเกิดความชำนาญมากขึ้น สำหรับการบันทึกผลการทดลองนักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถบันทึกผลได้ถูกต้อง และตรงประเด็น แต่อาจจะมีข้อบกพร่องเล็กน้อยในเรื่องของระบุรายละเอียดที่ชัดเจน ทั้งนี้นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงต้องการคำแนะนำจากครูผู้สอนอย่างใกล้ชิดในการบันทึกผลการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษาวิจัย

1. ผลจากการวิจัยครั้งนี้พบว่าอุปสรรคในการนำรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบใหม่ ๆ ไปทดลองใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนที่ไม่มีประสบการณ์มาก่อน ทำให้นักเรียนยังมีความเคยชินในแบบที่ครูคอยป้อนความรู้ต่าง ๆ ให้แก่เขา และลังเลในการแสดงความคิดเห็น แสดงทัศนคติ หรืออภิปรายความรู้กับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน ครูผู้สอนจึงควรใช้คำถามกระตุ้นให้มากในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ และจะต้องใช้เวลาแก่นักเรียนเพื่อที่จะคิดหาคำตอบด้วยตัวเอง
2. จากการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ RBL ต้องใช้เวลาค่อนข้างมากเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติและมีส่วนร่วมในการคิด ทำให้ชั้นการสอนที่วางไว้ในบางชั่วโมงอาจจะเกินเวลาไปถึงชั่วโมงถัดไป ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรเพิ่มระยะเวลาในแต่ละชั้นการสอนให้มากขึ้น เช่น กิจกรรมชั้นละ 2 ชั่วโมง เป็นต้น
3. นักเรียนส่วนหนึ่งยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ชำนาญ ดังนั้นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนสืบเสาะด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ หรือเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งนี้จะเห็นได้ว่าการพัฒนาทักษะการทดลองมีความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กับทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการกำหนดตัวแปร ดังนั้นรูปแบบของการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการทดลองควรพัฒนาไปพร้อม ๆ กับทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการกำหนดตัวแปรด้วย
2. การสร้างเครื่องมือวิจัยวัดทักษะที่แม่นยำมีความจำเป็นและมีความสำคัญมากต่อการวัดและประเมินทักษะของผู้เรียน อย่างไรก็ตามเครื่องมือวัดทักษะการทดลองของนักเรียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ยังไม่ใช่เครื่องมือที่ดีที่สุด ซึ่งยังจะต้องใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพมายืนยันประกอบผลการวิจัย โดยหากในงานวิจัยอนาคตมีการพัฒนาหรือสร้างเครื่องมือวัดทักษะการทดลองที่ละเอียดละแม่นยำมากขึ้นก็จะช่วยทำให้ผลการวิจัยน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นและสามารถนำไปอ้างอิงและใช้ประโยชน์ในวงกว้างได้

รายการอ้างอิง

- กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ้ายคำดา. (2553). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 16(5), 795-809.
- ชาตรี ฝ้ายคำดา. (2559). ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ ในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.). *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 27(2), 21-37.
- ทิตนา ขम्मณี. (2548). *การจัดการเรียนรู้โดยผู้เรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา.

- บรรณรักษ์ คัมรักษา และ เพชรลัดดา รักษากิจ. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐาน เรื่อง สมบัติของดิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 10(1), 14-29.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2558). แนวการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*, 9(1), 136-154.
- ลือชา ลดาชาติ. (2561). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิทยาศาสตร์: ประวัติศาสตร์ ปรัชญา และการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา ลดาชาติ. (2559). ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูวิชาเอกชีววิทยา. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์*, 2(1), 24-44.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิ์มาศ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 4(1), 55-63.
- สุธีระ ประเสริฐสรรพ. (2555). *โครงการฐานวิจัย: กระบวนการเรียนรู้ใหม่ของการศึกษาไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- Chema, B., Panomrak, P., Seanyot, P., Nakpol, M., & Chatmaneeungcharoen, S. (2017). The ability grade 5 student's scientific method. *Kasetsart Educational Review*, 32(2), 41-44.
- Chin, C., & Osborne, J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44(1), 1-39.
- Dewey, J. (1986). Experience and education. *The Educational Forum*, 50(3), 241-252.
- Leedy, P. D., & Ormrod, J. E. (2015). *Practical research: Planning and design*. Harlow: Pearson Education.
- Marbach-Ad, G., & Sokolove, P. G. (2000). Good science begins with good questions: Answering the need for high-level questions in science. *Journal of College Science Teaching*, 30(3), 192-195.
- Niemi, H., & Nevgi, A. (2014). Research studies and active learning promoting professional competences in Finnish teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 43, 131-142.
- Noguez, J., & Neri, L. (2019). Research-based learning: a case study for engineering students. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 13(4), 1283-1295.
- Schoonenboom, J., & Johnson, R. B. (2017). How to construct a mixed methods research design. *KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 69(2), 107-131.
- Turner, R. C., & Carlson, L. (2003). Indexes of item-objective congruence for multidimensional items. *International Journal of Testing*, 3(2), 163-171.