

การพัฒนาความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบาย
เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสำหรับนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชา
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

The Development of Ability in Designing Activities to Enhance Learners'
Capabilities in Constructing Scientific Explanations of Student Teachers
Majoring in Science Education, School of Educational Studies,
SukhothaiThammathirat Open University

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงษ์

Nuanjid Chaowakeratipong

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Department of Education, SukhothaiThammathirat Open University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดฝึกเสริมเรื่อง การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสำหรับนักศึกษาวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา 2) เปรียบเทียบความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกที่พัฒนาขึ้น และ 3) ศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษาที่มีต่อชุดฝึกที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาปริญญาโทวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ปีการศึกษา 2561 ที่ลงทะเบียนเรียนชุดวิชา 22761 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 19 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดฝึกเสริมเรื่อง การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2) แบบประเมินความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้ชุดฝึก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ

ผลการวิจัย 1) ชุดฝึก ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยข้อมูลที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติ โดยมีตัวอย่างและแบบฝึกหัดที่มีแนวตอบให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบและ

เรียนรู้ด้วยตนเอง 2) คะแนนความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา หลังใช้ชุดฝึกสูงกว่าก่อนใช้ชุดฝึก และ 3) นักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษามีความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญ และปัญหาการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้กระบวนการสืบเสาะอยู่ในระดับปานกลาง มีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดฝึก และการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนด้วยชุดฝึกไปพัฒนาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะของตนเองในระดับมาก

คำสำคัญ: การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were 1) to develop a supplementary package to support Science student teachers in designing learning activities to enhance learners' capabilities constructing scientific explanations; 2) to compare the student teachers' abilities in designing learning activities before and after learning with the developed package; and 3) to investigate opinions of the student teachers toward the developed package. The subjects of the study were 19 postgraduate student teachers majoring in Science

Education in the School of Educational Studies, SukhothaiThammathirat Open University, obtained by purposive sampling technique. These student teachers enrolled in the Science Learning Management Course (22761) in the academic year 2018. The main instruments in this research were 1) a supplementary package on designing learning activities to enhance learners' capabilities in constructing scientific explanations, 2) an evaluation form to evaluate the student teachers' abilities in developing learning activities, and 3) a questionnaire to survey the student teachers' opinions toward the supplementary package. In analyzing the collected data, both quantitative and qualitative methods were employed

Research results revealed that 1) the developed package contained self-study materials and self-check exercises; 2) the post average scores on designing learning activities of student teachers were higher than the pre average scores; and 3) science student teachers rated their opinions on the importance and problems related to teaching with the inquiry process at the medium level, while they gave the high rating on views towards the developed package and the application of knowledge in designing of learning activities based on the inquiry process.

Keywords: Designing Science Learning Activities, Constructing Scientific Explanations

บทนำ

การดำเนินชีวิตในสังคมโลกปัจจุบันที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน ต้องการพลเมืองที่มีความรู้ ทักษะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการทำความเข้าใจ สร้างและใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพในการดำรงชีวิต การศึกษาวิทยาศาสตร์จึงเป็นหัวใจและจุดเน้นสำคัญในการพัฒนาเยาวชน (Klaynin Sunee et al, 2008) และเมื่อสังคมไทยก้าวเข้าสู่กระแส

การเปลี่ยนแปลงทางสังคมในศตวรรษที่ 21 ผู้สอนจึงต้องมีความตื่นตัว และเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการออกไปดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว โดยมีทักษะที่สำคัญ คือ ทักษะการเรียนรู้ (Learning Skill) (PanidWijan, 2012) ทักษะการเรียนรู้สำคัญที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาโดยตรงจากการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างความรู้ด้วยตนเอง และเครื่องมือสำคัญที่ใช้คือ กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) เป็นกระบวนการที่สำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ในธรรมชาติ แล้วนำเสนอผลการค้นคว่านั้นในรูปของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) ความสามารถนี้ใช้เป็นตัวชี้วัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามตัวบ่งชี้ขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co – operation and Development: OECD) ซึ่งใช้ในการประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment: PISA) โดยมีการประเมินสมรรถนะของนักเรียน 3 ด้าน ได้แก่ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2) การอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) การใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสมรรถนะและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สังคมต้องการ และยังเป็นการพัฒนาผู้เรียนทั้งกระบวนการคิด การปฏิบัติและสร้างคุณลักษณะแบบนักวิทยาศาสตร์และมีส่วนส่งเสริมให้การเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี (Anuworachai, 2014)

การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ถือเป็นความสามารถพื้นฐานที่สำคัญของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นักวิชาการหลายท่าน เชื่อว่าการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

เมื่อมีการค้นพบประจักษ์พยานเพิ่มเติม หรือมีการโต้แย้งจากเดิม และช่วยให้ผู้เรียนเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์และสร้างความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลักคือ 1) ข้อกล่าวอ้างเป็นคำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 2) ข้อมูลและประจักษ์พยานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น และ 3) การให้เหตุผลโดยใช้การเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่เป็นข้อกล่าวอ้างและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ค้นพบ (Liewkongthaporn, 2009)

ในการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน Anuworachai (2014) ได้นำเสนอบทความที่แสดงความสำคัญ ความหมาย องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมทั้งแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแนวทางการวัด และประเมินผลคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ และยังช่วยสะท้อนภาพของสังคมวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนได้เป็นอย่างดี และยังเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความเป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ตรงตามเป้าหมายของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ด้วย

นอกจากนั้น (Ladachart, 2017) ยังได้นำเสนอแนวคิดในการจัดกิจกรรมอบรมครูวิทยาศาสตร์ โดยหลีกเลี่ยงการนำเสนอขั้นตอน ของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ครูวิทยาศาสตร์นิยมใช้ขั้นตอน 5 ขั้นตอนของวัฏจักร 5Es อย่างตรงไปตรงมาทั้งนี้เพราะในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาครูมักเน้นการสอนตามขั้นตอนดังกล่าว โดยไม่ได้เน้นลักษณะสำคัญของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์โดยเปลี่ยนมาเป็นการให้ครูให้ความสำคัญกับการออกแบบการทดลอง การจัดการกระทำข้อมูล การลงข้อสรุปจากข้อมูล การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และการโต้แย้งด้วยหลักฐาน

ในปีการศึกษา 2560 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาสำรวจอย่างไม่เป็นทางการเกี่ยวกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ด้านการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะ โดยการสอบถามนักศึกษาครูหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จำนวน 72 คน โดยนักศึกษาครูเหล่านี้เป็นครูวิทยาศาสตร์ประจำการที่กระจายอยู่หลายสังกัดและภูมิภาคต่างๆ ทั่วประเทศไทย สรุปปัญหาตามความคิดเห็นของนักศึกษาครูดังกล่าวได้ดังนี้

1) ครูวิทยาศาสตร์ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความหมายและบทบาทของครูในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

2) ครูวิทยาศาสตร์ยังขาดการวิเคราะห์และจัดลำดับสาระสำคัญที่ต้องการสอนในแต่ละครั้ง ทำให้ครูนำเสนอประเด็นสถานการณ์ที่จะนำไปสู่ข้อสงสัยและการสืบค้นที่กระจายหลายสาระสำคัญ มีผลให้ผู้เรียนไม่สามารถจับประเด็นที่เป็นข้อสงสัย เพื่อนำไปสู่การสืบค้นและสร้างคำอธิบายได้

3) ครูวิทยาศาสตร์ยังขาดความสามารถในการออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้หลักฐานที่จะนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำไปสู่การตอบคำถามที่สนใจหรือสงสัยในชั้นสร้างความสนใจได้

4) ครูวิทยาศาสตร์ยังขาดทักษะการใช้คำถามเพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่เป็นหลักฐานจากกิจกรรมสำรวจและค้นหามาสร้างคำอธิบายคำตอบของปัญหาที่สนใจหรือสงสัย ที่เป็นคำอธิบายของตนเอง และเป็นคำอธิบายที่มีการเชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สภาพปัญหาดังกล่าวเป็นอุปสรรคสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพให้กับนักเรียนการแก้ปัญหาดังกล่าว อาจทำได้โดยเริ่มจากการพาครูคิดวิเคราะห์และจัดลำดับการนำเสนอสาระสำคัญที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยให้สาระสำคัญที่ง่าย เป็น

พื้นฐาน เป็นจุดเริ่มต้น นำมาใช้เป็นประเด็นให้ผู้เรียนสนใจ หรือสงสัย จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้สำรวจ ค้นหาและพบ คำตอบของประเด็นที่สนใจหรือสงสัยนั้น และจัดกิจกรรม ให้ผู้เรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาเป็น หลักฐานในขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป จากนั้นจึง นำเสนอสาระสำคัญอื่นๆที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ในขั้นตอนการขยายความรู้ โดยอาจจัดการให้ผู้เรียนเกิด ความสนใจและมีการเชื่อมโยงความรู้ที่ค้นพบกับความรู้ ใหม่ที่ได้จากขั้นขยายความรู้ ครูสามารถใช้โอกาสใน กิจกรรมการเรียนรู้นี้ส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ในกิจกรรม การอธิบายและลงข้อสรุปโดยคำนึงถึงส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง(Claim:C) 2) หลักฐาน (evidence: E) และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning: R) ซึ่งผู้วิจัยได้แนวคิดมาจากการนำเสนอของ สันติชัย อนูวรชัย (Anuworachai, 2014) โดยการสร้างคำถามเพื่อนำทางให้ ผู้เรียนสร้างคำอธิบายที่แสดงการเชื่อมโยง คำตอบ/ข้อมูล ที่ได้จากการสำรวจและค้นหา เพื่อตอบคำถาม/ข้อสงสัยที่ ระบุไว้ในขั้นสร้างความสนใจ โดยมีการใช้ข้อมูลที่ได้จากการ สำรวจและค้นหาเป็นหลักฐานแสดงการให้เหตุผลอย่าง เหมาะสมจึงอาจกล่าวได้ว่า ถ้าครูต้องการให้นักเรียนสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ก็ต้องออกแบบกิจกรรมการ สืบเสาะหาความรู้ในขั้นสร้างความสนใจที่มีความชัดเจนว่า นักเรียนจะต้องค้นหาอะไร นำไปสู่การออกแบบกิจกรรม ให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบที่ต้องการค้นหา และสามารถ ใช้เป็นหลักฐานในการเชื่อมโยงให้เหตุผลได้ ในขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป

จากข้อมูลที่กล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการสืบเสาะหา ความรู้ของครูเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ส่งผลให้นักเรียนสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งความสามารถของครู วิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงนี้ยังเป็นสิ่งที่มีความอยู่ต้องการการ แก้ไข ผู้วิจัยในฐานะบุคลากรของสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช มีหน้าที่โดยตรงในการ พัฒนานักศึกษาในความดูแลซึ่งเป็นครูวิทยาศาสตร์มีความ ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหานี้ จึงได้ค้นหาวิธี การช่วยพัฒนาความสามารถในการออกแบบกิจกรรม

การเรียนรู้ เพื่อใช้การสืบเสาะหาความรู้ช่วยพัฒนาการ สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ในบริบท ของการศึกษาทางไกลตามแบบแผนของมหาวิทยาลัย สุโขทัย ธรรมาธิราช ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การสร้างชุดฝึกการ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว จัดระบบการใช้งาน และนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาครูในความดูแล ปรับปรุง แก้ไข สรุปและนำผลการใช้ไปเสริมในกิจกรรมการเรียนรู้ ของรายวิชาที่เกี่ยวข้องหรือขยายผลเป็นโครงการบริการ วิชาการแก่สังคม เพื่อประโยชน์ของการพัฒนาครู วิทยาศาสตร์ และเพื่อเผยแพร่ผลงานของสาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดฝึกการออกแบบกิจกรรมการ เรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนสำหรับนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ ศึกษาเพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน ระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกการออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดฝึกการออกแบบกิจกรรม การเรียนรู้

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษา ปริญญาโทวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ปีการศึกษา 2561 จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษา ปริญญาโทวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ปีการศึกษา 2561 ที่ลงทะเบียนเรียนชุดวิชา 22761 การจัด ประสพการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 19 คน ได้มาโดยการ เลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ชุดฝึกการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสำหรับนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครูในการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาครูที่ได้ใช้ชุดฝึกการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การสร้างเครื่องมือ

1. ชุดฝึกการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสำหรับนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ดำเนินการโดย

1.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สภาพปัญหาของครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแนวทางในการแก้ไข การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ บทเรียนสืบเสาะหาความรู้ 5E เสริมด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1.2 กำหนดโครงสร้างของเนื้อหาในชุดฝึกฯ โครงสร้างของเนื้อหาในชุดฝึกฯ ประกอบด้วย 3 เรื่อง คือ 1) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 2) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3) การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ บทเรียนสืบเสาะหาความรู้ 5E เสริมด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเรื่องที่ 1 เป็นการนำเสนอความรู้ เรื่องที่ 2 และ 3 ให้ความรู้ ตัวอย่างและแบบฝึกหัดที่มีแนวคำตอบให้ผู้เรียนได้ศึกษาและตรวจสอบคำตอบด้วยตนเองได้

2. แบบประเมินความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครู ในการส่งเสริมการ

สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดำเนินการโดยการกำหนดกรอบโครงสร้างของรายการประเมินผลงานของนักศึกษาในกิจกรรมของชุดฝึกโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ประกอบด้วยรายการพิจารณาดังนี้

2.1 ความสอดคล้องกันของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระสำคัญและการจัดลำดับสาระสำคัญเพื่อนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้

2.2 การกำหนดองค์ประกอบ CER ของบทเรียนพิจารณาความสอดคล้องกันของข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และเหตุผลที่กำหนดขึ้น โดยข้อกล่าวอ้างต้องเป็นคำตอบของข้อสงสัยของนักเรียน หลักฐานที่ระบุต้องเป็นข้อมูลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลที่ใช้ต้องใช้ในการอ้างอิงเพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้

2.3 การออกแบบกิจกรรมขั้นสร้างความสนใจพิจารณาความสอดคล้องของการออกแบบกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนสงสัยประเด็นที่มีข้อกล่าวอ้างเป็นคำตอบ

2.4 การออกแบบกิจกรรมขั้นสำรวจและค้นหาพิจารณาความสอดคล้องของกิจกรรมขั้นสำรวจ ที่สามารถนำทางให้นักเรียนได้ค้นพบหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างซึ่งเป็นโมเมนต์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้

2.5 การออกแบบกิจกรรมขั้นอธิบาย และลงข้อสรุปพิจารณาความสอดคล้องของกิจกรรมที่สามารถจัดการให้นักเรียนได้นำข้อมูลที่เป็นหลักฐานมาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่เป็นข้อกล่าวอ้างโดยนำข้อมูลที่ใช้เป็นเหตุผลมาอธิบายการเชื่อมโยงอย่างสมเหตุผล

2.6 ร่องรอยการทำงานในชุดฝึกเพื่อพิจารณาร่องรอยที่แสดงถึงความพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายของนักศึกษาครูแต่ละคน

3. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาครูที่ได้ใช้ชุดฝึกการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดำเนินการโดยการกำหนดกรอบโครงสร้างของข้อความให้กลุ่มตัวอย่างได้แสดงความคิดเห็นต่อการใช้ชุดฝึกฯ ซึ่งมี 2

ส่วน คือข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบ และข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ชุดฝึกฯ

ผู้วิจัยได้นำเสนอร่างชุดฝึกการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสำหรับนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษาให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรการสอน จำนวน 1 ท่าน และวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 ท่าน รวมเป็น 3 ท่าน ได้พิจารณาความถูกต้องด้านเนื้อหาและความเหมาะสมด้านการเป็นแบบฝึกเสริม แบบประเมินความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครูในการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาครูที่ได้ใช้ชุดฝึกการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ฯ นำข้อเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงงานแต่ละส่วน ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เก็บข้อมูลด้านความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ

1.1 ระยะก่อนใช้ชุดฝึกฯ เป็นการเก็บข้อมูลจากผลงานรายบุคคลการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ 1 เรื่อง ที่ใช้สอนนักเรียนของตนเอง โดยกำหนดให้มีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ซึ่งเป็นงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมายให้ทำมาส่งในวันสัมมนาเสริมเดือน พฤษภาคม 2562

1.2 ระยะใช้ชุดฝึกฯ ผู้วิจัยได้มอบชุดฝึกฯ ให้นักศึกษาเป็นรายบุคคล เมื่อนำไปศึกษาข้อมูลที่เป็นความรู้ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัดและตรวจสอบคำตอบด้วยตนเอง และนำความรู้ที่ได้ไปปรับปรุงการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เดิมที่นำเสนอและได้รับข้อแนะนำแล้ว นำมาส่งในวันสัมมนาฯ เดือนกรกฎาคม 2562 ซึ่งนักศึกษาจะมีเวลาที่จะศึกษาและปรับปรุงงานใหม่เป็นเวลาประมาณ 2 เดือน

1.3 ระยะหลังใช้ชุดฝึกฯ เป็นการเก็บข้อมูลความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายของนักเรียนโดยใช้ขั้นตอนตาม

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E นักศึกษาจะต้องแสดงการระบุและเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลในขั้นตอนการสอนขั้นที่ 1 2 และ 3 ของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ซึ่งผู้วิจัยจะนำผลงานดังกล่าวมาตรวจพิจารณาความสอดคล้องของการระบุ และเชื่อมโยงมาเป็นการออกแบบกิจกรรมตามขั้นตอนของการสอนการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงนี้ถือเป็นการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ

2. เก็บข้อมูลความคิดเห็นของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ชุดฝึกฯ เป็นการเก็บข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยการนำแบบสอบถามไปใส่ไว้ใน Google Form ให้นักศึกษาเข้าไปตอบคำถามซึ่งประกอบด้วยคำถามส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบ และส่วนที่ 2 เป็นส่วนของความคิดเห็น ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญและปัญหาของการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้กระบวนการสืบเสาะในวิชาวิทยาศาสตร์ 2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ชุดฝึกฯ ในการศึกษาด้วยตนเอง และ 3) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนด้วยชุดฝึกฯ ไปพัฒนาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะของตนเอง การแสดงความคิดเห็นใช้มาตรประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ต ถือเป็นการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการตรวจสอบความสอดคล้องของการระบุและเชื่อมโยงองค์ประกอบของการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงใหม่แล้วของนักศึกษาครู เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใน 5 ประเด็น ความสามารถ ดังนี้

1) ความสามารถในการกำหนดสาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน

2) ความเข้าใจความสัมพันธ์ของขั้นตอนการสืบเสาะกับองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง (C) หลักฐาน (E) และการให้เหตุผล (R)

3) การนำเสนอสาระสำคัญที่เลือกเป็นข้อกล่าวอ้างมากระตุ้นให้นักเรียนกำหนดข้อสงสัย

4) ความเข้าใจหลักการกำหนดกิจกรรมเพื่อให้
นักเรียนค้นพบข้อมูลที่เป็นหลักฐาน

5) ความเข้าใจในการเลือกข้อมูลที่ใช้เป็น
เหตุผล (R) เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (C) ประกอบการ
ใช้หลักฐาน (E) เป็นเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น โดยพิจารณา

จากความสามารถที่ควรจะมี ในการออกแบบกิจกรรมการ
เรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ที่ต้องมีการกระตุ้นความ
สงสัยการหาหลักฐานและการอ้างอิงเหตุผล โดยแต่ละงาน
มีระดับคะแนน ตามตารางด้านล่าง

ความสามารถ	คุณภาพระดับดี (3)	คุณภาพระดับพอใช้ (2)	คุณภาพระดับต้องปรับปรุง (1)
1. ความสามารถในการ กำหนดสาระสำคัญ และจุดประสงค์การ เรียนรู้ของบทเรียน	สาระสำคัญครอบคลุมเนื้อหา ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและมีความสอดคล้อง ครอบคลุมจุดประสงค์การ เรียนรู้ที่แสดงพฤติกรรมที่วัด และสังเกตได้ครบทุกข้อ	สาระสำคัญครอบคลุมเนื้อหา ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดบางส่วน / ไม่สอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้ / มี จุดประสงค์ การเรียนบางข้อไม่ เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้เชิง พฤติกรรม	สาระสำคัญไม่ครอบคลุม เนื้อหาตามมาตรฐาน การ เรียนรู้ตัวชี้วัดและ / หรือไม่ สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้ และ / หรือไม่เป็น จุดประสงค์การเรียนรู้เชิง พฤติกรรม
2. ความเข้าใจ ความสัมพันธ์ของ ขั้นตอนการสืบเสาะ กับองค์ประกอบ ข้อ กล่าวอ้าง (C) หลักฐาน (E) และ การให้เหตุผล (R)	เลือกสาระสำคัญที่ใช้เป็นข้อ กล่าวอ้าง กำหนดกิจกรรม กระตุ้นให้นักเรียนสงสัย กำหนดกิจกรรมเพื่อให้ นักเรียนพบหลักฐานและ ระบุข้อมูลที่เป็นเหตุผลเพื่อ เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและ หลักฐานได้อย่างเหมาะสม สัมพันธ์กัน	เลือกสาระสำคัญที่ใช้เป็นข้อ กล่าวอ้างเหมาะสมแต่ไม่ สัมพันธ์กับกิจกรรมกระตุ้น ความสงสัยของนักเรียน/ กิจกรรมเพื่อให้นักเรียนพบ หลักฐาน/ข้อมูลที่เป็นเหตุผลเพื่อ เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับ หลักฐาน	เลือกสาระสำคัญที่ใช้เป็นข้อ กล่าวอ้างไม่เหมาะสม และ/ หรือไม่สัมพันธ์กับกิจกรรม กระตุ้นความสงสัยของ นักเรียน และ/หรือกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนพบหลักฐาน และ/หรือข้อมูลที่เป็นเหตุผล เพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับ หลักฐาน
3. การนำสาระสำคัญที่ เลือกเป็นข้อกล่าวอ้าง มากระตุ้นให้นักเรียน กำหนดข้อสงสัย	ประเด็น/กิจกรรมที่นำมาใช้ กระตุ้นทำให้นักเรียนแสดง ความสงสัยในประเด็นที่มี คำตอบเป็นสาระสำคัญที่เป็น ข้อกล่าวอ้างได้	ประเด็น/กิจกรรมที่นำมาใช้ กระตุ้นสัมพันธ์กับสาระสำคัญที่ เป็นข้อกล่าวอ้าง/แต่ไม่สามารถ ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยได้	ประเด็น/กิจกรรมที่นำมาใช้ กระตุ้น ไม่สัมพันธ์กับ สาระสำคัญที่เป็นข้อกล่าว อ้าง และไม่สามารถทำให้นัก เรียนเกิดความสงสัยได้
4. ความเข้าใจหลักการ กำหนดกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนค้นพบ ข้อมูลที่เป็นหลักฐาน	กิจกรรมที่กำหนดสามารถทำ ให้นักเรียนได้พบหลักฐาน ที่ นำไปเชื่อมโยงกับข้อกล่าว อ้างได้อย่างชัดเจน	กิจกรรมที่กำหนดสอดคล้องกับ ข้อกล่าวอ้างที่กำหนดไว้ แต่ หลักฐานไม่ชัดเจน	กิจกรรมที่กำหนดไม่ สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างที่ กำหนดไว้และ/หรือทำให้ได้ หลักฐานที่ไม่สามารถ เชื่อมโยงไปที่ข้อกล่าวอ้างได้
5. ความเข้าใจการเลือก ข้อมูลที่จะใช้เป็น เหตุผล (R) เพื่อ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง (C) ประกอบการ ใช้หลักฐาน (E)	ข้อมูลที่ใช้เป็นเหตุผลเป็น ความรู้ข้อเท็จจริงที่ถูกต้อง สามารถสนับสนุนการ เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับ หลักฐานได้	ข้อมูลที่ใช้เป็นเหตุผลเป็น ความรู้/ข้อเท็จจริงที่ถูกต้องแต่ ไม่เกี่ยวข้อง/ไม่สามารถ สนับสนุนการเชื่อมโยงข้อกล่าว อ้างกับหลักฐานได้	ข้อมูลที่ใช้เป็นเหตุผล เป็น ความรู้/ข้อเท็จจริงที่ไม่ ถูกต้อง และ/หรือไม่ เกี่ยวข้อง ไม่สามารถ สนับสนุนการเชื่อมโยงข้อ กล่าวอ้างกับหลักฐานได้

จากรายละเอียดของเกณฑ์แต่ละระดับในแต่ละงาน
แปลความเป็นคะแนนตามระดับคุณภาพดังนี้

คุณภาพระดับดี แปลเป็นคะแนน 3.00 – 2.00

คุณภาพระดับพอใช้ แปลเป็นคะแนน 1.99 – 1.00

คุณภาพระดับต้องปรับปรุง แปลเป็นคะแนน
0.99 – 0.00

2. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณของความคิดเห็น
เกี่ยวกับการใช้ชุดฝึกฯ ด้วยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐานโดยใช้เกณฑ์ การแปลผลในระดับความคิดเห็น
ดังนี้

คะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็น

5.00 – 4.00 แปลผลเห็นด้วยในระดับมากที่สุด

3.99 – 3.00 แปลผลเห็นด้วยในระดับมาก

2.99 – 2.00 แปลผลเห็นด้วยในระดับปานกลาง

1.99 – 1.00 แปลผลเห็นด้วยในระดับน้อย

0.99 – 0.00 แปลผลเห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(Standard Deviation)

ผลการวิจัย

1. ชุดฝึกการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อ
ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
สำหรับนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มีลักษณะ
เป็นสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ใช้เพื่อการศึกษาด้วยตนเองของ
นักศึกษาในระบบการศึกษาทางไกลมีส่วนประกอบดังนี้

1.1 ส่วนประกอบด้านเนื้อหา 3 เรื่อง ได้แก่ 1)
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะหา
ความรู้ 2) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3)

การออกแบบการจัดการเรียนรู้ บทเรียนสืบเสาะหาความรู้
5E เสริมด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1.2 ส่วนประกอบด้านการปฏิบัติ หลังจาก
ผู้เรียนได้ศึกษาข้อมูลส่วนที่เป็นความรู้แล้วจะต้องทำ
แบบฝึกหัดการกำหนดองค์ประกอบ ข้อกล่าวอ้าง (C)
หลักฐาน (E) และเหตุผล (R) เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ
กิจกรรมขั้นที่ 1 ระบุความสนใจ ขั้นที่ 2 สำรวจและ
ค้นหา และขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปตามลำดับ โดย
ศึกษาโจทย์ วิธีคิด และคำตอบจากตัวอย่างสถานการณ์ที่
1 – 2 ได้ฝึกใช้วิธีคิด เสนอคำตอบและตรวจแนวคำตอบ
จากสถานการณ์ที่ 3 – 10 และได้ใช้สถานการณ์ในงาน
ของตนเองเป็นแบบฝึกหัดสถานการณ์ที่ 11 ทั้งนี้
นักศึกษจะต้องเขียนผลการออกแบบกิจกรรม การเรียนรู้
ออกมาในรูปของแผนการจัดการเรียนรู้

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการ
ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิชาเอก
วิทยาศาสตร์ศึกษาเพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างก่อนและหลังการใช้
ชุดฝึกฯ พิจารณาตามเกณฑ์ ที่พิจารณาเกณฑ์
ความสามารถ 5 รายการดังตารางที่ 1

1) ความสามารถในการกำหนดสาระสำคัญ
และจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน

2) ความเข้าใจความสัมพันธ์ของขั้นตอนการ
สืบเสาะกับองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง (C) หลักฐาน (E)
และการให้เหตุผล (R)

3) การนำสาระสำคัญที่เลือกเป็นข้อกล่าวอ้าง
มากระตุ้นให้นักเรียนกำหนดข้อสงสัย

4) ความเข้าใจหลักการกำหนดกิจกรรมเพื่อให้
นักเรียนค้นพบข้อมูลที่เป็นหลักฐาน

5) ความเข้าใจในการเลือกข้อมูลที่จะใช้เป็น
เหตุผล (R) เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (C) ประกอบการ
ใช้หลักฐาน (E)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครูแยก 5 รายการระหว่าง ก่อนและหลังใช้ชุดฝึกฯ

นักศึกษา	กำหนดสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้สัมพันธ์กัน		เข้าใจความสัมพันธ์ของการสืบเสาะกับองค์ประกอบ CEO		การกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดข้อสงสัย		เข้าใจหลักการกำหนดกิจกรรมให้ค้นพบหลักฐาน		เลือกใช้เหตุผลสนับสนุน C โดยใช้หลักฐาน (E)	
	ก่อนใช้ชุดฝึก	หลังใช้ชุดฝึก	ก่อนใช้ชุดฝึก	หลังใช้ชุดฝึก	ก่อนใช้ชุดฝึก	หลังใช้ชุดฝึก	ก่อนใช้ชุดฝึก	หลังใช้ชุดฝึก	ก่อนใช้ชุดฝึก	หลังใช้ชุดฝึก
1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1
6	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2
7	1	2	2	2	2	2	1	2	1	1
8	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
*10	1	3	3	3	3	3	1	3	1	2
11	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1
12	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
เฉลี่ยภาพรวม	1.05	1.68	1.10	1.47	1.05	1.31	1	1.21	1	1.10

* หมายถึงนักศึกษาครูที่ทำคะแนนได้ดีที่สุด

สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษาเพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกฯ พบว่า นักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษามี

ความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นทั้ง 5 รายการ แต่ไม่ถึงระดับพอใช้ และมีผลเปรียบเทียบความสามารถในการออกแบบกิจกรรมในภาพรวมระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกฯ เป็นดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครูในภาพรวมระหว่างก่อนและหลังใช้ชุดฝึกฯ

กลุ่ม	ความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้	แปลผล
ก่อนใช้ชุดฝึกฯ	1.04	พอใช้
หลังใช้ชุดฝึกฯ	1.25	พอใช้

สรุปผลการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษาเพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกฯ พบว่า นักศึกษาครูดังกล่าวส่วนใหญ่ยังไม่สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ถึงระดับน่าพอใจ มีเพียง 1 คน จากทั้งหมด 19 คน คือกลุ่มตัวอย่างคนที่ 10 ที่แสดงผลงานที่มีคุณภาพผ่านถึงระดับพอใช้ มีนักศึกษาบางส่วนที่สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การระบุข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน สอดคล้องกันได้แต่ไม่สามารถหาเหตุผลที่เหมาะสมถูกต้องมาใช้ในการเชื่อมโยงสนับสนุนข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานที่ระบุได้

3. ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดฝึกการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสำหรับนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

แบบสอบถามที่ใช้เก็บข้อมูลมี 2 ส่วน คือข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบ และข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ชุดฝึกฯ ได้ผลเป็นคำตอบต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบ

จากกลุ่มตัวอย่าง 19 คน แต่มีผู้ตอบแบบสอบถาม 14 คน จึงนำข้อมูลที่มีอยู่มานำเสนอได้ดังนี้ผู้ตอบ 14 คน มีอายุเฉลี่ย 27.28 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.26 เป็นเพศชาย 7.1% เพศหญิง 92.9% มีประสบการณ์การสอนเฉลี่ย 3.07 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.99 สอนประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 คน ประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 คน ประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 คน ประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 คน มัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 คน มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 คน และมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 คน

ส่วนที่ 2

2.1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญและปัญหาของการจัดการเรียนรู้ ด้วยการใช้กระบวนการสืบเสาะในวิชาวิทยาศาสตร์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษาด้านความสำคัญและปัญหาการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้กระบวนการสืบเสาะในวิชาวิทยาศาสตร์

หัวข้อ	$\bar{x}$	S.D.	แปลผลระดับความเห็นด้วย
2.1.1 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีความสำคัญมากในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ต้องจัดประสบการณ์ให้นักเรียนประสบความสำเร็จ	4.64	0.49	มากที่สุด
2.1.2 ครูวิทยาศาสตร์มีความสับสนในการออกแบบกิจกรรมตามขั้นตอนวิธีสอนแบบสืบเสาะ 5E	3.84	0.53	ปานกลาง
2.1.3 ครูวิทยาศาสตร์ไม่สามารถนำพานักเรียนให้มีความสนใจ/สงสัย ประเด็นที่ต้องการสอนในชั้นสร้างความสนใจ	3	1.03	ปานกลาง
2.1.5 ครูวิทยาศาสตร์ไม่สามารถนำพานักเรียนสร้างคำอธิบาย และลงข้อสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง	3.21	1.05	ปานกลาง
ภาพรวม	3.61	1.02	ปานกลาง

จากข้อมูล แสดงผลความคิดเห็นเกี่ยวกับ ความสำคัญและปัญหาของการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ กระบวนการสืบเสาะในวิชาวิทยาศาสตร์ นักศึกษาครู วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มีระดับความเห็นด้วยอยู่ใน ระดับมากที่สุดในประเด็นที่ว่า กระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ มีความสำคัญมากในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ต้องจัดประสบการณ์ให้นักเรียนประสบความสำเร็จใน ประเด็นอื่นๆ มีระดับความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง ทุกประเด็น

2.2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ชุดฝึกฯ ใน การศึกษาด้วยตนเองดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษาด้านการใช้ชุดฝึกฯในการศึกษาด้วยตนเอง

หัวข้อ	$\bar{x}$	S.D.	แปลผลระดับความเห็นด้วย
2.2.1 ความเหมาะสมของการแบ่งหัวข้อให้ศึกษาเป็น 3 เรื่อง คือ 1) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ 2) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ บทเรียนสืบเสาะหาความรู้ 5E เสริมด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	4.21	0.42	มาก
2.2.2 การศึกษาเรื่องที่ 1) ทำให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มากขึ้น	4.5	0.51	มาก
2.2.3 การศึกษาเรื่องที่ 2) ทำให้นักศึกษาเข้าใจการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในองค์ประกอบของ ข้อกล่าวอ้าง (C) หลักฐาน (E) และการให้เหตุผล (R)	4.5	0.51	มาก
2.2.4 ขณะนี้นักศึกษามีความเข้าใจความสัมพันธ์ของขั้นตอนการสืบเสาะกับ องค์ประกอบ C, E และ R	4.35	0.49	มาก
2.2.5 ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 1 และ 2 ทำให้นักศึกษาเข้าใจ การเขียน องค์ประกอบ C, E และ R ได้ดี	4.14	0.53	มาก
2.2.6 นักศึกษามีความเข้าใจ การนำเสนอที่เลือกมาเป็นข้อกล่าวอ้าง มากกระตุ้นให้ นักเรียนกำหนดข้อสงสัย	4.21	0.42	มาก
2.2.7 นักศึกษามีความเข้าใจหลักการกำหนดกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนค้นพบข้อมูล ที่เป็นหลักฐาน	4.21	0.42	มาก
2.2.8 นักศึกษามีความเข้าใจการเลือกข้อมูลที่จะใช้เป็นเหตุผล เพื่อสนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง (C) ประกอบการใช้หลักฐาน (E)	4.07	0.47	มาก
2.2.9 กิจกรรมสถานการณ์ที่ 3 – 10 และการตรวจสอบคำตอบ ทำให้นักศึกษามี ความมั่นใจในการเขียน C, E, R มากขึ้น	4.0	0.55	มาก
2.2.10 นักศึกษาสามารถปรับปรุงกิจกรรมในบทเรียนของตนเอง โดยใช้การเขียน C, E, R เป็นแนวทางได้	4.14	0.53	มาก
ภาพรวม	4.22	0.49	มาก

จากข้อมูลแสดงผลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ ชุดฝึกฯในการศึกษาด้วยตนเอง นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ มีความเห็นด้วยในระดับมากทุกรายการ โดยมีคะแนน มากที่สุดในประเด็น การศึกษาเรื่องที่ 2) ทำให้นักศึกษา เข้าใจการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในองค์ประกอบ ของข้อกล่าวอ้าง (C) หลักฐาน (E) และการให้เหตุผล (R) และได้คะแนนน้อยที่สุดในประเด็นกิจกรรมสถานการณ์ที่

3 – 10 และการตรวจสอบคำตอบ ทำให้นักศึกษามีความ มั่นใจในการเขียน C, E, R มากขึ้น

2.3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการนำความรู้ที่ได้จาก การเรียนด้วยชุดฝึกฯ ไปพัฒนาการออกแบบกิจกรรมการ เรียนรู้ ด้วยการใช้กระบวนการสืบเสาะของตนเองดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษาด้านการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนด้วยชุดฝึกฯ ไปพัฒนาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะของตนเอง

หัวข้อ	$\bar{x}$	S.D.	แปลผลระดับความเห็นด้วย
2.3.1 นักศึกษามีความมั่นใจว่า สามารถนำความรู้/ประสบการณ์ จากการศึกษาด้วยชุดฝึกฯ ไปพัฒนาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะให้นักเรียนได้	4.07	0.61	มาก
2.3.2 ควรเปิดโอกาสให้เพื่อนครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป ได้ศึกษาและใช้ประโยชน์จากชุดฝึกนี้ในการพัฒนากระบวนการสืบเสาะของนักเรียน	4.5	0.51	มาก
2.3.3 ถ้ามีการจัดโครงการบริการวิชาการให้ครูวิทยาศาสตร์ทั่วไปที่มีความสนใจจะใช้ชุดฝึกนี้ เป็นเครื่องมือในการพัฒนางานของครู จะมีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ที่จะทำ	4.35	0.63	มาก
ภาพรวม	4.30	0.60	มาก

จากข้อมูลแสดงผลความคิดเห็นเกี่ยวกับการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนด้วยชุดฝึกฯ ไปพัฒนาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยการสืบเสาะของตนเอง นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีความเห็นด้วยในระดับมาก โดยมีคะแนนมากที่สุดในระดับควรเปิดโอกาสให้เพื่อนครูวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ได้ศึกษาและใช้ประโยชน์จากชุดฝึกนี้ในการพัฒนากระบวนการสืบเสาะของนักเรียนและมีคะแนนน้อยที่สุดในประเด็น นักศึกษามีความมั่นใจว่าสามารถนำความรู้/ประสบการณ์ จากการศึกษาด้วยชุดฝึกฯ ไปพัฒนาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะให้นักเรียนได้

อภิปรายผลการวิจัย

1) ชุดฝึกการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สำหรับนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มีลักษณะเป็นสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ใช้เพื่อการศึกษาด้วยตนเองของนักศึกษาในระบบการศึกษาทางไกล มีส่วนประกอบใหญ่ๆ 2 ส่วน เป็นส่วนประกอบด้านเนื้อหาให้ความรู้ที่สำคัญและด้านการปฏิบัติเป็นแบบฝึกหัดให้นักศึกษาฝึกทำด้วยตนเองโดยมีแนวคำตอบให้นักศึกษาครูตรวจศึกษาด้วยตนเอง ที่ชุดฝึกมีลักษณะเป็นเช่นนี้ สอดคล้องกับลักษณะของบทเรียนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชที่จัดการเรียนรู้ ด้วยระบบทางไกลให้นักศึกษาศึกษาความรู้ด้วยตนเองจากประมวลสาระ และทำแบบฝึกหัดในแนว

การศึกษาที่มีการสรุปสาระสำคัญและให้ทำแบบฝึกหัดที่มีแนวคำตอบให้นักศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และยังสามารถสอดคล้องกับ Mcneill and Krajcik (2008) ที่กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีการประเมิน และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน

2) จากผลการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษาเพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกฯ พบว่านักศึกษาครูดังกล่าวส่วนใหญ่มิสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ถึงระดับน่าพอใจ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะงานออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถระดับสูงมีความยากต้องอาศัยความสามารถพื้นฐานด้านความรู้ความเข้าใจเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนจนสามารถเรียงลำดับและเชื่อมโยงสาระสำคัญที่จะสอนนักเรียนได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับ Mcneill and Krajcik (2008) ที่กล่าวถึง ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีการสร้างกรอบในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนเป็นขั้นตอนแรก ซึ่งหมายความว่าผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาและการเรียงลำดับและเชื่อมโยงสาระสำคัญที่จะสอนนักเรียนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง

ก่อน รวมไปถึงการมีความสามารถในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสาระสำคัญที่จะสอนอย่างถูกต้อง ซึ่งพบว่าในผลการทำงานที่นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่สามารถทำได้ มีผลให้ไม่สามารถทำงานในระดับที่มีความยากมากขึ้นได้ โดยเฉพาะในขั้นที่ต้องระบุเหตุผลที่เหมาะสมและถูกต้องมาใช้ในการเชื่อมโยงสนับสนุนข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานที่ระบุได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการให้เหตุผลจะต้องอาศัยการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนและการคิดวิเคราะห์ที่สามารถนำมาเชื่อมโยง และอ้างอิงเป็นเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้เป็นงานที่มีความยากสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Hadkhuntod (2018) และ Nimdom (2018) ที่ระบุว่า การให้เหตุผลเป็นงานยากที่นักเรียนทำไม่ได้ซึ่งอาจรวมถึงการเป็นสิ่งที่ยากของครูที่ขาดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเนื้อหาที่ต้องการสอนจึงไม่สามารถหิยบายเอาบริบททางวิทยาศาสตร์ หรือทฤษฎีที่มาจากกรณีศึกษาต่างๆ มาใช้เป็นเหตุผลของการสร้างคำอธิบายที่เหมาะสมได้

3) จากผลการแสดงความคิดเห็นของนักศึกษาครูเห็นด้วยในระดับมากที่สุดว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีความสำคัญมากในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ต้องจัดประสบการณ์ให้นักเรียนประสบความสำเร็จ ครูวิทยาศาสตร์มีปัญหาระดับปานกลางเกี่ยวกับความสับสนในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนวิธีสอนแบบสืบเสาะ 5E ครูวิทยาศาสตร์ไม่สามารถนำพานักเรียนให้มีความสนใจ/สงสัยประเด็นที่ต้องการสอนในชั้นสร้างความสนใจ มีความสับสนในการกำหนดสาระสำคัญที่จะสร้างความสนใจ/สงสัยของนักเรียน และไม่สามารถนำพานักเรียนสร้างคำอธิบายและสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง แสดงว่านักศึกษาครูมีความตระหนักในความสำคัญของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แต่ไม่แน่ใจว่าตนเองจะสามารถดำเนินการจัดการประสบการณ์ให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการใช้กระบวนการสืบเสาะส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายและสรุปความรู้ด้วยตนเองได้หรือไม่ สอดคล้องกับผลการวิจัยของการวิจัยครั้งนี้ในการเปรียบเทียบความสามารถของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่สามารถออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ทำให้นักศึกษาครูที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เกิดการรับรู้ผลการปฏิบัติของตนเอง ทำให้เกิด

ความไม่แน่ใจว่าตนเองจะสามารถดำเนินการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการใช้กระบวนการสืบเสาะส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายและสรุปความรู้ด้วยตนเองได้หรือไม่

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การนำเสนอข้อเสนอแนะจากการวิจัยเป็นการประมวลจากผลการเปรียบเทียบความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในการส่งเสริมคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดฝึก และการแสดงความคิดเห็นของนักศึกษาครูเกี่ยวกับการใช้ชุดฝึก มีดังนี้

1) ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

จากการใช้ชุดฝึก ทำให้นักศึกษาครูศึกษาด้วยตนเอง ยังไม่ได้ผลตามที่ต้องการโดยพบว่า นักศึกษาครูส่วนใหญ่ยังมีความบกพร่องในด้านความชัดเจนของเนื้อหาความรู้ทำให้ไม่สามารถกำหนดสาระสำคัญที่จะสอนได้ชัดเจน ไม่สามารถจัดลำดับสาระสำคัญตามความสำคัญก่อน – หลัง ไม่สามารถเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญที่สอดคล้องกันได้ ไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลที่สัมพันธ์กันได้จึงควรมีการปรับปรุงชุดฝึก ให้มีการฝึกฝนเพิ่มเติมความสามารถที่ขาดไปของนักศึกษาครูได้และต้องเพิ่มเวลาและบทเรียนที่ใช้ฝึกให้มากขึ้น โดยเฉพาะการฝึกให้ครูสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองให้ได้ก่อนที่จะไปฝึกให้นักเรียนทำ

2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นอกจากการใช้ชุดฝึกช่วยจัดประสบการณ์เสริมให้กับนักศึกษาครูแล้ว ยังคงมีวิธีการอื่นๆ ที่จะช่วยพัฒนาความสามารถของครูในการพัฒนาตนเองให้สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ตามความต้องการโดยการใช่วิธีการอื่นๆ ในระบบการศึกษาทางไกล เช่น การใช้ระบบการนิเทศทางไกลเพื่อช่วยเหลือติดตามการพัฒนาครูหลังการใช้ชุดฝึกที่ศึกษาด้วยตนเองแล้ว ควรมีการวิจัยที่ใช้ระบบการนิเทศแบบทางไกลเพิ่มเติมในระยะเวลานานกว่าที่ใช้ชุดฝึกด้วยตนเองเพียงอย่างเดียว

References

- Anuworachai, S. (2014). Science Learning Management by using the scientific explanation. *STOU Education Journal*, 7 (2), 1-14. [in Thai]
- Hadkhuntod, P. (2018). *The effects of inquiry 5 Eslearningmanagement emphasizing scientific explanation on science achievement in the topic of weather and scientific explanationability of mathayomsuksa I Students at Nawamintra-chinuthitsaunkularbwittayalia Pathumthaniprvince*. (Unpublished Master Degree thesis). SukhothaiThammathirat Open University, Nontaburi. [in Thai]
- Klaynin, S., et al. (2008). *Knowledge and scientific competency for tomorrow word* : Report from PISA 2006, Bangkok:Save printing company. [in Thai]
- Liewkongstaporn, W. (2009). Scientific explanations. *IPST magazine*, 173 (37), 68-69. [in Thai]
- Ladachart, L., Jantakoon, J., Kongson, R., Phothong, W. A. (2017). Case study of science teachers enacting inquiry – based activities after a workshop:Findings from the coupon for teacher development project. *STOU Education Journal* , 10 (2) , 89-108. [in Thai]
- McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations:Characterizing and evaluating the effects of teachers’ instructional practices on student learning. *Journal of research in science teaching*, 45 (1), 53-78. Retrieved from <http://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/57509>. [in Thai]
- Nimdom, S. (2018). The effects of Inquirylearning management together with science writing heuristietechnique in the topic of chemical recetionrate on science learning achievement and scientificexplanation ability of mathayomsuksa V students at chumphonconsortrium 2 small smallsized schools in Chumphon province. (Unpublished Master Degreeethesis). Nontaburi:SukhothaiThammathirat Open University. [in Thai]
- Panid, W. (2012). *Way to construct knowledge for students in 21 century*. Bangkok : SodsrisawadiwongFoundation. [in Thai]