



**การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

**The Development of Learning Activity based on Inquiry Method coopered with
Virtual Laboratory for Improving Scientific Explanation for Matthayomsuksa 5 Students**

อภิวัฒน์ โชติมุข¹ และกัญญารัตน์ โคจร²

Apiwat Chotimuk¹ and Kanyarat Cojom²

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม^{1,2}

Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, MahaSarakhm University^{1,2}

Corresponding author, E-mail: 63010558030@msu.ac.th¹, kanyarat.c@msu.ac.th²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้อยู่ในระดับดี และ 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวนทั้งหมด 33 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง 10 แผน 2. แบบทดสอบความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และ 3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา

ผลการวิจัยพบว่าภาพรวมของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบ อยู่ในระดับดี คือ 3.97 (คะแนนเต็ม 6.00 คะแนน) เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้างเท่ากับ 1.55 คะแนน และสามารถแสดงหลักฐาน คือ 1.25 คะแนน และคะแนนด้านการให้เหตุผล คือ 1.17 คะแนน และผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน พบว่า มีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น, การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง



ABSTRACT

This research aimed 1) to improve the scientific explanation by learning activity based on inquiry method with virtual laboratory of Mathayomsuksa 5 students in a good level, 2) to improve learning achievement by learning activity based on inquiry method coopered with virtual laboratory of Mathayomsuksa 5 students with the criteria of 75%. The sample group consisted of 33 students in Mathayomsuksa 5/3 Mahasarakham University Demonstration School by cluster random sampling method. This research is a pre-experimental research. The research instruments consisted of 1) 10 lesson plan of inquiry method with virtual laboratory, 2) the scientific explanation test, and 3) the achievement test. The results showed that the students' scientific explanations were good level ($\bar{x}=3.97$), considering in each component the students making a claim component was 1.55, the evidence was 1.25, and the reasoning score was 1.17. The students' achievement was higher than 75% criteria with a Statistically significant at .05 level.

Keywords: Inquiry Method, Scientific Explanation, Learning Achievement, Virtual Laboratory



บทนำ

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันให้ความสำคัญกับการมีบทบาท มีส่วนร่วมในการสร้าง สังคมวิทยาศาสตร์ ทั้งในชีวิตจริง ในบริบทสังคมและบริบทของโลกโดยรวม ด้วยการสร้างความสนใจในวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนและส่งเสริมการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) และมีเป้าหมายเพื่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของพลเมือง (นันทวัน นันทวนิช, 2557) การเรียนวิทยาศาสตร์จึงไม่ใช่แค่การท่องจำความรู้เท่านั้น แต่นักเรียนต้องทำความเข้าใจในองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้เป็นอย่างดี และสามารถสะท้อนความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์โดยผ่านการอภิปรายการโต้แย้งด้วยเหตุผล โดยเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยนั้นคือการเตรียมนักเรียนให้มีความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหา และการสร้างคำอธิบายโดยจะต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ การได้คำตอบที่ถูกต้องอาจจะมาจากกลยุทธ์ที่หลากหลายแต่นักเรียนจะต้องอ้างหลักฐาน (Evidence) และอธิบายเหตุผลประกอบ (Reasoning) เพื่อเชื่อมโยงคำตอบหรือข้อกล่าวอ้าง (Claim) ที่ถูกต้องนั้นได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) จะเห็นได้ว่าการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญที่จะต้องส่งเสริมให้นักเรียนเกิดขึ้นโดยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) ถูกกำหนดไว้ในการประเมินผลการเรียนในระดับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment, PISA, 2018) ที่มุ่งเน้นไปสู่การทดสอบความสามารถทาง วิทยาศาสตร์ ของนักเรียน 3 ประการ คือ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identify Scientific Issue) 2) การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation of Phenomena) และ 3) การใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ (Evidence) จากผลการประเมินของ PISA ในปี ค.ศ. 2018 พบว่าประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในระดับนานาชาติโดยนักเรียนไทยส่วนมากคิดเป็นร้อยละ 46.7 มีผลการประเมินไม่ถึงระดับ 2 (ช่วงคะแนนตั้งแต่ 410 ขึ้นไป แต่ต่ำกว่า 484 คะแนน) ซึ่งตามเกณฑ์ของ PISA จัดว่าเป็น “ระดับพื้นฐานต่ำสุด” ที่นักเรียน

ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐานควรมีสมรรถนะถึงระดับนี้ โดยความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ระดับ 2 นั้น ประเมินได้ว่านักเรียนไม่สามารถดึงเอาความรู้ด้านเนื้อหาจากชีวิตประจำวันและความรู้ด้านกระบวนการพื้นฐานมาใช้เพื่อบอกถึงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตีความข้อมูล และตั้งปัญหาของเรื่องเพื่อออกแบบการทดลองอย่างง่ายได้ นักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปเพื่อบอกข้อสรุปจากข้อมูลชุดที่ไม่ซับซ้อน และสามารถสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนขาดความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือวิธีหาความรู้เพื่อระบุปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคะแนนในครั้งที่ผ่านมา พบว่า ด้านวิทยาศาสตร์มีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2018) จากการรายงานผลการเรียนของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์คณิตทั่วไปไม่เป็นที่น่าพอใจ (โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม), 2563) ประกอบกับการสังเกตการสอนพบว่านักเรียนมักตอบคำถามแบบสั้น ๆ ไม่มีการยกเหตุผลมาสนับสนุนคำตอบ และไม่มีความมั่นใจในคำตอบของตนเองเพราะไม่มีเหตุผลมารองรับและจากการสัมภาษณ์ครูประจำการผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนในรายวิชาเคมีพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในปีที่ผ่านมามีปัญหาในส่วนของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงหรือการเกิดปฏิกิริยาในระดับโมเลกุลที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งต้องใช้จินตนาการในการทำความเข้าใจถึงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นหรือการเปลี่ยนแปลงของสสารในการทดลอง ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจซึ่งส่งผลให้มีการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ต่าง ๆ ที่ยังไม่เป็นที่ยอมรับในทางวิทยาศาสตร์ หรือการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานยังไม่ถูกต้องเท่าที่ควร ซึ่งก็เห็นว่าการขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถนำความรู้มาใช้อธิบายประกอบได้และขาดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (กนกวรรณ รัตนพลแสน, 2564) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและพบว่า การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถ



ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ควรเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้า แสวงหาคำตอบ และตรวจสอบด้วยตัวนักเรียนเอง (สุทธิชาติ เปรมกมล, 2560)

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นอีกหนึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวอยู่บนฐานแนวคิดทฤษฎีสรคณิยม (Constructivism) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน หรือ (5E) ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะเห็นว่าเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ซึ่งมีงานวิจัยกล่าวว่าการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบรรยายทั่วไป อีกทั้งยังสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนให้ดีขึ้น (สุทธิชาติ เปรมกมล, 2560) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มาใช้ในงานวิจัยเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

แต่เนื่องจากวิชาเคมีเป็นวิชาที่เน้นให้นักเรียนมีการทดลองและทดลองด้วยตัวนักเรียนเองเป็นหลักเพื่อหาเหตุและผลของสูตรหรือทฤษฎีนั้น ๆ ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร ซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพแขนงหนึ่งที่ศึกษาและอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นของสสารการเปลี่ยนแปลงของสสาร สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของธาตุซึ่งมีทักษะพื้นฐานสามประการที่สำคัญ คือ 1) การสังเกตและการวัดในระดับที่สามารถมองเห็นได้ 2) การใช้สัญลักษณ์ทางเคมีและสมการแสดงความสัมพันธ์ในเชิงคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย และ 3) การทำนายปรากฏการณ์

ทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับอะตอมโมเลกุลในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ส่วนใหญ่ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจได้ยาก นักเรียนจึงมักใช้การท่องจำเป็นส่วนใหญ่ (Gabel, 1999) จากปัญหาและข้อจำกัดที่ได้กล่าวมาจึงจำเป็นต้องหาวิธีการหรือเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีทางการศึกษาได้มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาขึ้นอย่างมาก โรงเรียนต่าง ๆ ได้นำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ประกอบการศึกษามากขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน ซึ่งโปรแกรมที่น่าสนใจอีกหนึ่งโปรแกรม คือ การใช้โปรแกรมห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนจริง (Virtual Laboratory) ซึ่งห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงสามารถสร้างแบบปฏิบัติการทดลองเคมีซึ่งคล้ายกับการปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีจริง โปรแกรมนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานเครื่องแก้ว โดยการทดลองผ่านห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงจะให้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงกับความจริง ง่ายต่อการทดลองที่อันตรายและยังประหยัดค่าใช้จ่าย นอกจากนี้ในการทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาเคมี จำเป็นต้องเห็นถึงระดับอนุภาค ซึ่งในการทำการทดลองจริงอาจไม่สามารถเห็นลึกซึ่งถึงรายละเอียดโดยรวมทั้งหมดคือ ไม่สามารถเห็นถึงระดับอนุภาคได้ (Sub-Microscopic Level) แต่ในการทดลองเสมือนจริงสามารถทำได้เนื่องจากการทดลองเสมือนจริงเป็นการจำลองให้เสมือนกับการทำการทดลองจริงและมีการจำลองเพื่ออธิบายให้เห็นการเปลี่ยนแปลงถึงระดับอะตอม ทำให้สามารถมองเห็นในระดับอนุภาคได้ (Stone, 1993) จากข้อความดังกล่าวจะเห็นว่าการใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงจะช่วยให้นักเรียนได้ลงมือทดลองผ่านคอมพิวเตอร์และสถานการณ์จำลองทำให้มองเห็นถึงระดับโมเลกุลซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในรูปแบบรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ (Cengiz, 2010)

ดังนั้นจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นและเหตุผลตามที่ได้อธิบายไปข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของสาร การเกิดปฏิกิริยาหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ผ่านการทดลองเสมือนจริงที่สร้างขึ้น



สร้างขึ้นจนสามารถนำมาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์และมีความเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

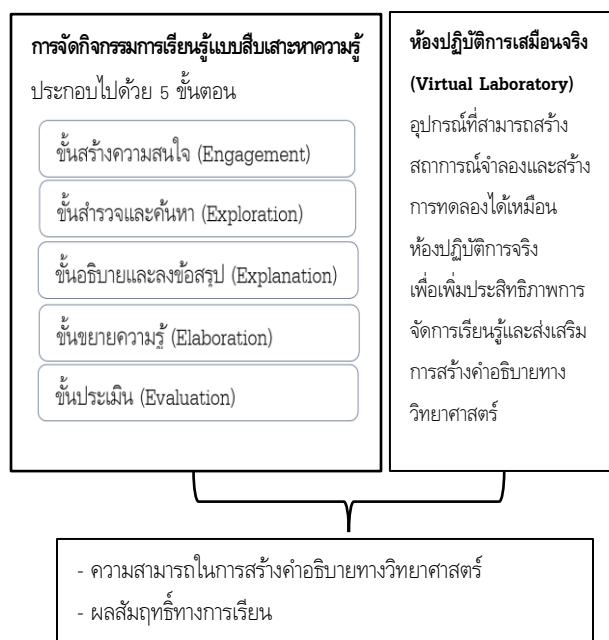
1. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้อยู่ในระดับดี

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เคมี หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เคมี ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ทั่วไป โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่กำลังเรียนวิชา เคมี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 5 ห้องเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 33 คน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ทั่วไป โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่กำลังเรียนวิชา เคมี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเสนอข้อมูลหรือสิ่งที่น่าสนใจโดยที่ครูเป็นผู้นำเสนอปฏิริยาต่างๆผ่านห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามและมีศรัทธสนทนาเพื่อกระตุ้นความสนใจขณะนักเรียนกำหนดประเด็นที่จะศึกษา 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้สำรวจและค้นหาคำตอบด้วยการทำการทดลองผ่านห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ประกอบกับการหาข้อมูลจากสื่อต่างๆ 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้อธิบาย แผลผล และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) ในขั้นตอนนี้ครูจะทำการประเมินความรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ เช่น การทดสอบการตอบคำถาม ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มี จำนวน 10 แผนการเรียนรู้รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงคะแนน 4.82-4.96 หมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนั้นมีความเหมาะสมมากที่สุด



3.2 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบปลายเปิด จำนวน 8 ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อจะประเมินความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 องค์ประกอบ (ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล) หาความเที่ยงตรงโดยหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.65-0.71 มีค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.62-0.76 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดมีค่าเท่ากับ 0.97

3.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี 3 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบปรนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ หาความเที่ยงตรงโดยหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 มีค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.54-0.77 มีค่าอำนาจจำแนก (B-index) อยู่ในช่วง 0.60-0.93 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.91

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นเป็นวิธีวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2562) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 33 คน โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

4.1 นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สร้างขึ้นที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำเสร็จแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

4.2 ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามข้อบกพร่องที่พบก่อนนำแผนการเรียนรู้ไปใช้จริง แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์

4.3 เตรียมความพร้อมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนดำเนินการทดลอง

4.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองใช้และผ่านการประเมินตรวจสอบแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.5 ดำเนินการสอนตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงที่สร้างขึ้นจำนวน 10 แผนการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง โดยปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

4.6 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ทดลองใช้และผ่านการประเมินตรวจสอบแล้ว

4.7 รวบรวมผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี 3 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยค่าสถิติทดสอบและจำแนกความถี่ของคำตอบในรูปร้อยละ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบสมมติฐาน One samples t-test

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง โดยจำแนกตามองค์ประกอบปรากฏดังตารางที่ 1 และ 2



ตารางที่ 1 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และการแปลผลระดับความสามารถ

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน 33 คน ($\bar{x}$)	คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์			คะแนนรวม (6)	ระดับ
	ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน	การให้เหตุผล		
	(2)	(2)	(2)		
	1.55	1.25	1.17	3.97	ดี
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.21	0.25	0.21		

จากตารางที่ 1 แสดงคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทั้งหมด 8 ข้อ โดยแบ่งตามองค์ประกอบจะเห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยคะแนนด้านข้อกล่าวอ้างเท่ากับ 1.55 คะแนน ด้านหลักฐาน 1.25 คะแนน และการให้เหตุผล เท่ากับ 1.17 คะแนน โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.97 คะแนน และเมื่อจำแนกความถี่ของจำนวนคำตอบตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความถี่ของจำนวนคำตอบของนักเรียนในการประเมินระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 8 ข้อ

องค์ประกอบ	ความถี่ของจำนวนคำตอบระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์					
	ระดับพอใช้ (0)		ระดับดี (1)		ระดับดีมาก (2)	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	0.00	0.00	117	44.40	147	55.60
หลักฐาน (Evidence)	0.00	0.00	199	75.40	65	24.60
การให้เหตุผล (Reasoning)	0.00	0.00	219	81.80	45	18.20

องค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง ความถี่คำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.60 อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้โดยพิจารณาจากข้อมูลประกอบสถานการณ์จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและเหมาะสม และอีกบางส่วนคิดเป็นร้อยละ 44.40 อยู่ในระดับดี ซึ่งกลุ่มนี้สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้แต่อาจจะไม่เหมาะสมและถูกต้องสมบูรณ์

องค์ประกอบหลักฐานจะเห็นว่าความถี่ของคำตอบนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีคิดเป็นร้อยละ 75.40 ซึ่งจะเห็นว่านักเรียนสามารถนำข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มาสร้างเป็นหลักฐานเพื่อสนับสนุนองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างได้แต่ยังไม่ถูกต้องและสมบูรณ์ หรือเหมาะสม และความถี่ของคำตอบนักเรียนในส่วนที่เหลือร้อยละ 24.60 อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถสร้างหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ในส่วนองค์ประกอบการให้เหตุผล จะเห็นว่าการให้เหตุผลจะเป็นองค์ประกอบที่มีความยากมากกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งความถี่ของคำตอบนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 81.80 อยู่ในระดับดี ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถนำทฤษฎีหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาเพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้แต่ยังไม่ถูกต้องและสมบูรณ์ และความถี่ของคำตอบนักเรียนอีกบางส่วนคิดเป็นร้อยละ 18.20 อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งถือว่านักเรียนกลุ่มนี้สามารถนำข้อมูล หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม ได้ผลดังตารางที่ 3



ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One Sample t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย (33 คน)	% of mean	S.D.	μ_0 (75%)	t	Df	p
25	20.76	83.04	3.13	19	1.69	32	0.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา เคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.76 คิดเป็นร้อยละ 83.04 และเมื่อทดสอบด้วย One Sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชา เคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน มีการใช้คำถามที่มีลักษณะเป็นคำตอบสั้นสั้นเพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนทำให้สามารถประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนซึ่งนำมาซึ่งองค์ประกอบหนึ่งของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์คือข้อกล่าวอ้าง สำหรับขั้นที่สองขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นที่สามขั้นอธิบายและลงข้อสรุปถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงและผู้สอนมีโอกาได้ปลูกฝังให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญในการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์พยานในการลงข้อสรุปที่ได้จากการทำกิจกรรม

ผ่านห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำการทดลองในการเรียนวิชาเคมีซึ่งต้องมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงระดับจุลภาค โดยการนำห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมาใช้จะทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นการเกิดปฏิกิริยาที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ในแบบรูปธรรมมากขึ้น และนำไปสู่การสร้างคำอธิบายโดยมีการเชื่อมโยงกับแนวคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงความเป็นเหตุผลการระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานของตนเอง โดยการวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายร่วมกันในชั้นเรียน อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้จากการเรียนรู้ในสถานการณ์ใหม่ในชั้นขยายความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและครอบคลุมมากขึ้น ผู้วิจัยใช้การออกแบบกิจกรรมโดยให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์สำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ สอดคล้องการวิจัยของ Senol and Ozyalcin (2017) ที่ได้นำรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เรียนวิทยาศาสตร์ พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น และการใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นและสามารถนำความรู้ไปเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ นอกจากนี้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ซึ่งมีส่วนวิจัยกล่าวว่าการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบรรยายทั่วไป อีกทั้งยังสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนให้ดีขึ้น โดยนักเรียนจะได้คำตอบหรือข้อสรุป (Claim) จากการสืบค้น ทดลอง สำรวจตรวจสอบหาหลักฐานเชิงประจักษ์ (Evidence) เพื่อมาสนับสนุนข้อสรุปหรือคำตอบที่ได้ และหาเหตุผลประกอบ (Reasoning) เพื่อเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและคำตอบ (สุทธิชาติ เปรมกมล, 2560) อย่างไรก็ตามจากตารางแสดงคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม จากตารางแสดงคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



พบว่ามีความคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านข้อกล่าวอ้าง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.55 คะแนน โดยนักเรียนที่มีคะแนนข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับดีคิดเป็นร้อยละ 67.20 และระดับดีมากร้อยละ 32.80 ของนักเรียนทั้งหมด ด้านหลักฐาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.25 คะแนนโดยนักเรียนที่มีคะแนนหลักฐานอยู่ในระดับดีคิดเป็นร้อยละ 75.40 และระดับดีมากร้อยละ 24.60 ของนักเรียนทั้งหมด และด้านการให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.17 คะแนน โดยนักเรียนที่มีคะแนนหลักฐานอยู่ในระดับดีคิดเป็นร้อยละ 81.80 และระดับดีมากร้อยละ 12.20 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งจะเห็นว่าคะแนนในส่วนของการให้เหตุผลมีคะแนนที่น้อยที่สุด และมีจำนวนนักเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ดีมากน้อยที่สุด เนื่องจากนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องโดยใช้ความรู้เดิมเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ และเมื่อพิจารณาถึงลักษณะขององค์ประกอบข้อกล่าวอ้างพบว่า ข้อกล่าวอ้างเป็นลักษณะของการตอบคำถาม ด้วยข้อความที่กระชับหรือประโยคสั้น ๆ จึงเป็นองค์ประกอบที่ง่ายที่สุดต่อการตอบคำถามในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Ruiz-Primo, 2010) ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนขององค์ประกอบนี้สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลักฐานและการให้เหตุผล สำหรับองค์ประกอบหลักฐานและการให้เหตุผล พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้สอดแทรกองค์ประกอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนรู้จักเลือกหลักฐานและให้เหตุผลที่มีความเหมาะสมมาอ้างอิงในการตอบ คำถามหรือสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้แต่นักเรียนบางส่วนที่ยังคงมีความยุ่งยากในการเลือกข้อมูลเพื่อนำมาใช้เป็นหลักฐานในการอ้างอิงและสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง รวมถึงการแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับที่ Metz (2000) กล่าวว่าไว้ว่าความรู้เดิมมีอิทธิพลต่อการให้เหตุผลของนักเรียน หากนักเรียนมีความรู้เดิมเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง นักเรียนก็จะสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ หรือสามารถเลือกหลักฐานมาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่าง ข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถาม

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีลักษณะเด่นคือ เป็นการจัดรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) และเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะหรือระหว่างการสืบเสาะมาอธิบายได้โดยใช้หลักฐาน และยังมีการใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงซึ่งมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะวิชาเคมีที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรมซับซ้อน เมื่อใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงในการจัดการเรียนรู้ จะทำให้คำอธิบายหรือปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรมกลายเป็นรูปธรรมมากขึ้น (Gilbert, 1999) นอกจากนี้การใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงในการจัดการเรียนรู้อย่างช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดพื้นฐานทางเคมีทั้ง 3 อย่าง ได้แก่ 1) การสังเกตและการวัดในระดับที่สามารถมองเห็นได้ 2) การใช้สัญลักษณ์ทางเคมีและสมการแสดงความสัมพันธ์ในเชิงคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย และ 3) การทำนายปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับอะตอมโมเลกุลในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาเคมี จึงส่งผลให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางเคมีได้ดีขึ้น ซึ่งในการทำการทดลองจริงอาจไม่สามารถเห็นสิ่งที่ถึงรายละเอียดโดยรวมทั้งหมดคือ ไม่สามารถเห็นถึงระดับอนุภาคได้ (Sub-Microscopic Level) แต่ในการทดลองเสมือนจริงสามารถทำได้เนื่องจากการทดลองเสมือนจริงเป็นการจำลองให้เสมือนกับการทำการทดลองจริงและมีการจำลองเพื่ออธิบายให้เห็นการเปลี่ยนแปลงถึงระดับอะตอม ทำให้สามารถมองเห็นในระดับอนุภาคได้ (Stone, 1993) จากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่าในหลายปีที่ผ่านมาการใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในการเรียนรู้อิทธิพลของระดับประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา สอดคล้องกับที่ Cengiz (2010) ที่กล่าวว่า การใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงจะช่วยให้นักเรียนได้ลงมือทดลองผ่านคอมพิวเตอร์และสถานการณ์จำลองทำให้มองเห็นถึงระดับโมเลกุลซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในรูปแบบรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างคำอธิบาย



ปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนนั้นสูงขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยพรนภา อาจสว่าง (2558) ที่ได้ทำการพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงค่อนข้างใช้เวลาในการสอนมากกว่าการสอนแบบทั่วไป ครูผู้สอนควรวางแผนเวลาในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสม

1.2 ครูผู้สอนควรพิจารณาเนื้อหาบทเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน จัดเรียงตามลำดับเนื้อหา และความเหมาะสมของเนื้อหาที่เหมาะสมกับการสร้างแบบจำลองประเภทต่าง ๆ และให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเลือกใช้ และการใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงที่หลากหลายตามความเหมาะสม

1.3 ในตอนเริ่มต้นนักเรียนอาจไม่คุ้นเคยหรือไม่รู้จักห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ครูผู้สอนจึงควรมีการเตรียมความพร้อม เช่น อาจจะให้นักเรียนได้ทดลองใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงก่อนเพื่อสร้างความคุ้นเคยและลดระยะเวลาการทำความเข้าใจในการเรียนครั้งต่อไป

1.4 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนจึงทำหน้าที่อำนวยความสะดวก เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำและใช้คำถามถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดมากกว่าการบอกคำตอบนักเรียนไปตรง ๆ เพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักคิด และกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มระหว่างการทำกิจกรรม

2. ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาดูผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

2.2 ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจใช้ระเบียบวิธีวิจัยประเภทวิจัยและพัฒนา ที่มุ่งเน้นการสร้างวิธีการจัดการเรียนรู้ใหม่ ๆ ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดี

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ รัตนพลแสน. (2564). โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม, สัมภาษณ์, (26 กันยายน 2564).
- นันทวัน นันทนิช. (2557). การประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA. *สสวท*, 42(186),40.
- พรนภา อาจสว่าง. (2558). *การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ไพศาล วรคำ. (2562). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม). (2563). รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self-Assessment Report SAR). มหาสารคาม: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม.



- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *การเรียนรู้การวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ รูปแบบ 5Es (ชุดซีดีรวมประกอบหนังสือ)*. กรุงเทพฯ: สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตร รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2561 วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*.
- สุทธิชาติ เปรมกมล. (2560). ผลของการใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 12(1), 259-274.
- Cengiz, T. (2010). The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry International Online. *Journal of Educational Sciences*, 2 (1), 37-53
- Justi, R., and Gilbert, J. K. (1999). A cause of a historical science teaching: Use of hybrid models. *Science Education*, 83, 163-77.
- Johnstone, A. H. (1993), *Introduction*, in Wood C. and Sleet R. (ed.), *Creative Problem Solving in Chemistry*. London: The Royal Society of Chemistry.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2021). *PISA Assessment Results 2018 Reading, Mathematics and Science*. Bangkok: Author. (in Thai)
- RuizPrimo, M., Li M, Tsai, SP., & Schneider, J. (2010) Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning. *J Res Sci Teach*, 2010; 47(5), 583-608.
- Senol, S., & Ozge, O. (2017). The Effects of 5E Inquiry Learning Activities on Achievement and Attitude toward Chemistry. *Journal of Education and Learning*.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2018). *PISA Assessment Results 2015*. Retrieved May 5, 2019, from [https://pisathailand.ipst.ac.th/isbn-9786163627179/The Institute for the Promotion.](https://pisathailand.ipst.ac.th/isbn-9786163627179/The%20Institute%20for%20the%20Promotion%20of%20Teaching%20Science%20and%20Technology)