



ผลของการใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้าง
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
EFFECTS OF MODEL-BASED INQUIRY ON THE ABILITY OF OFFERING SCIENTIFIC
EXPLANATION AND THE REASONING OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

นายสุทธิชาติ เปรมกมล *

Sutthichart Premkamol

ดร.สกลรัตน์ แก้วดี **

Sakolrat Kaewdee, Ph.D.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มุ่งศึกษาผลของการใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 72 คน คือ กลุ่มทดลองเรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานจำนวน 36 คน และกลุ่มเปรียบเทียบเรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป จำนวน 36 คน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบวัด 2 ชุด ประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ ANCOVA

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) นักเรียนที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 18.55 จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2) นักเรียนที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

* นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: sutthichart_prem@hotmail.com

** อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: sakolrat.k@chula.ac.th

ISSN1905-4491

Abstract

The purposes of this quasi-experimental research was to investigate the effects of a model-based inquiry on the ability in offering scientific explanation and the reasoning ability of lower secondary school students. The sample of 72 ninth-grade students from an extra-large school in Bangkok was composed of two groups: an experimental group and a control group. Thirty-six students in the experimental group learned through model-based inquiry and 36 students in the control group learned through the conventional method. The data was collected by a two set test on the ability in offering a scientific explanation and on reasoning ability. The data were analyzed by using mean, standard deviation, and ANCOVA test.

The research findings were summarized as follows: (1) The mean score of the experimental group on the ability in offering scientific explanation was 18.55 which was rated at a very high level and higher than that of the control group at a 0.05 level of significance; (2) The mean score of the experimental group on the reasoning ability post-test was higher than the pre-test and higher than that of the control group at a 0.05 level of significance.

คำสำคัญ: การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐาน/ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์/ การให้เหตุผล

KEYWORDS: MODEL-BASED INQUIRY/ ABILITY IN MAKING SCIENTIFIC EXPLANATION/ REASONING ABILITY

บทนำ

การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) เป็นเป้าหมายหลักของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ บุคคลที่มีการรู้วิทยาศาสตร์จะมีความรู้ในเรื่องของมโนทัศน์และแนวคิดสำคัญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (OECD, 2013) มีความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติโดยอาศัยมโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ และสามารถตัดสินใจโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิธีคิดที่อยู่บนพื้นฐานของประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ (American Association for the Advancement of Science; AAAS, 1990: online) รวมถึงประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์โดยการให้เหตุผลและใช้หลักฐานที่เกี่ยวข้องมาอ้างอิงเพื่อนำไปสู่ความชัดเจนของข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม (National Research Council; NRC, 1996: 22)

การรู้วิทยาศาสตร์ในขั้นต้นเกี่ยวข้องกับการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) และการให้เหตุผล (Reasoning) โดยมีความสำคัญดังนี้ สหรัฐอเมริกาได้กล่าวว่า การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะพื้นฐานที่สำคัญ และเป็นพื้นฐานของความเข้าใจการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ หากนักเรียนมีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ให้ความสำคัญกับหลักฐานที่นำมาสร้างคำอธิบายนั้น หลักฐานจึงเป็นสิ่งที่สนับสนุนคำอธิบายได้ และหากมีหลักฐานใหม่ที่ดีกว่าก็จะสามารถปรับแก้ไขเพื่อพัฒนา

คำอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ดีกว่าได้อย่างสมเหตุสมผลมากขึ้น (NRC, 1996, 2000 อ้างถึงใน Ruiz-Primo, Li, Tsai, & Schneider, 2010: 584) ส่วนความสำคัญของการให้เหตุผลนั้นเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจพื้นฐานเพียงพอที่จะประเมินข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับทั้งในชีวิตส่วนตัวและชีวิตการทำงาน รวมถึงทำให้ผู้เรียนสามารถรับรู้และตัดสินใจของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีความรู้ความเข้าใจ (Giere, 1991: 4)

โครงการ PISA และ TIMSS เกี่ยวข้องกับการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลตามลำดับ โดยการประเมินโครงการ PISA 2015 เป็นการประเมินสมรรถนะ 3 ข้อ ดังนี้ (1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมย่อยที่ถูกนำมาวัดประกอบด้วย การตระหนัก การนำเสนอ และการประเมินคุณค่าคำอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี (2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมย่อยที่ถูกนำมาวัดประกอบด้วย การบรรยายและประเมินคุณค่า การตรวจสอบเชิงวิทยาศาสตร์ และการเสนอแนวทางหาคำตอบเชิงวิทยาศาสตร์ และ (3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมย่อยที่ถูกนำมาวัดประกอบด้วย การวิเคราะห์และประเมินคุณค่าของข้อมูล ข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้งในความหลากหลายของการใช้ตัวแทนข้อมูลและสร้างข้อสรุปเชิงวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม (OECD, 2013: 7) ส่วน TIMSS 2015 มีขอบเขตของการประเมิน 2 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (Content Domain) มี 4 สาขาวิชาคือ ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ 2) ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (Cognitive Domain) 3 ด้าน คือ ความรู้ความเข้าใจ (Knowing) การประยุกต์ความรู้ (Applying) และการให้เหตุผล (Reasoning) (IEA, 2013) ได้กำหนดพฤติกรรมในการให้เหตุผลไว้ว่า เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วลงข้อสรุปและนำความเข้าใจ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ อาจจะไปประยุกต์โดยตรงหรือใช้กับสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยหรือมีความซับซ้อนได้ ทั้งนี้ได้กำหนดรายละเอียดของพฤติกรรมย่อยไว้ 8 พฤติกรรม ดังนี้ 1) วิเคราะห์ (Analyze) 2) สังเคราะห์ (Synthesize) 3) ตั้งคำถาม สมมติฐาน คำพยากรณ์ (Formulate Questions/Hypothesize/Predict) 4) ออกแบบการสำรวจตรวจสอบ (Design Investigations) 5) ประเมิน (Evaluate) 6) ลงข้อสรุป (Draw Conclusions) 7) สร้างข้อสรุปทั่วไป (Generalize) และ 8) ตรวจสอบ (Justify) (IEA, 2013: 56-57)

จากผลการประเมินของนักเรียนไทยจากการเข้าร่วมโครงการ PISA ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ซึ่งมีการประเมินทุก 3 ปี ได้แก่ ปี ค.ศ. 2000 2003 2006 2009 และ 2012 ปรากฏว่านักเรียนไทยได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจที่กำหนดไว้ 500 คะแนน

โดยนักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ย 421 432 429 425 และ 444 ตามลำดับ จัดว่ามีคะแนนเฉลี่ย การรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มต่ำ โดยในปี ค.ศ.2012 กลุ่มโรงเรียนสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาได้ คะแนน 456 คะแนน ถือว่าต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ ที่กำหนดไว้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556: 18-20) ส่วนการศึกษาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (TIMSS) ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามโครงการ TIMSS 2007 และ 2011 พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์เท่ากับ 471 กับ 451 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย นานาชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อจำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนพฤติกรรมการ เรียนรู้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติในทุกด้าน โดยมีคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการให้เหตุผล 473 กับ 453 คะแนนตามลำดับ ซึ่งการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้กำหนดให้ค่ากลางของคะแนน เท่ากับ 500 คะแนน ของช่วง 0- 1,000 คะแนน โดยโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา ได้คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ ในปี ค.ศ. 2007 เฉลี่ย 474 คะแนน ส่วนปี ค.ศ. 2011 ได้คะแนน เฉลี่ย 464 คะแนน ลดลง 10 คะแนน ส่วนคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการให้เหตุผลใน ปี ค.ศ. 2011 ได้ คะแนนเฉลี่ย 465 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556: 21) เพิ่มขึ้น 25 คะแนน จากเดิมในปี ค.ศ. 2007 ได้คะแนน 445 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552: 16)

ในการพัฒนาการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผล Windschitl et al., 2008 ได้นำเสนอ แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐาน (Model-based inquiry; MBI) ที่ สามารถช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายได้จากการเรียนรู้โดยจากการสร้างแบบจำลอง (Generating) ทดสอบ แบบจำลอง (testing) และปรับแก้ไขแบบจำลอง (revising) เพื่อพัฒนาการอธิบายที่ใช้หลักฐาน (evidence-based explanation) สนับสนุนคำอธิบายของปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ การจัดการเรียนการสอนนี้คาดหวัง ให้นักเรียนสามารถปฏิบัติดังนี้ 1) ใช้ความรู้ของแบบจำลองในการทำนายผลการทดลองและอธิบายเหตุผลของ คำทำนายเหล่านั้น 2) ทดสอบคำทำนายที่เป็นไปตามหลักฐานที่ได้มาจากการรวบรวมโดยการสังเกตและ ทดลอง 3) มีส่วนร่วมในการตั้งคำถามและอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมได้ซึ่งสามารถอธิบายในรูปแบบของ แบบจำลอง 4) พัฒนาการอธิบายของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์จากแบบจำลอง (Nuffield Foundation, 2013: online)

จากแนวคิด สภาพปัญหา ที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยมีความสนใจในการนำการสืบสอบเน้นแบบจำลอง เป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้าง

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลของนักเรียน อันเป็นแนวทางที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้และเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติให้ลึกซึ้งขึ้น และช่วยให้นักเรียนมีกระบวนการคิดเชิงเหตุผลในการพิจารณาและประเมินสิ่งต่าง ๆ ได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลก่อนและหลังเรียนโดยใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

สมมติฐานของการวิจัย

สมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สมมติฐานข้อที่ 4 นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการเลือกแบบเจาะจง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้อง ภาคเรียนที่ 1/2559 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยเลือกห้องเรียนที่มีจำนวนนักเรียนเท่ากัน 36 คน คือ ห้อง ม.3/1 และ ม.3/2 จากนั้น ทดสอบความเท่าเทียมกันของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง โดยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ผ่านมา คือ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 มาทดสอบความเท่าเทียมกันของห้องเรียนด้วยสถิติทดสอบ Levene Statistic และ F test ได้ผลดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานในชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ระหว่างนักเรียนห้อง ม.3/1 กับ ม.3/2

ห้อง	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	Levene Statistic	Sig	F	Sig
ม.3/1	78.89	6.07	0.90	0.34	5.33	0.02*
ม.3/2	81.97	5.22				

* $P < 0.05$

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ผ่านมาของนักเรียนห้อง ม.3/1 กับ ม.3/2 มีความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากัน แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตแตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่าทั้ง 2 ห้อง ไม่มีความเท่าเทียมกัน ดังนั้น จึงใช้สถิติทดสอบ ANCOVA มาจัดอิทธิพลของตัวแปรแทรกซ้อนที่อาจส่งผลต่อตัวแปรตามออกแล้วทำการเลือกห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีจับสลาก ผลปรากฏว่าห้อง ม.3/2 เป็นกลุ่มทดลอง และห้อง ม.3/1 เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบที่เน้นแบบจำลองเป็นฐานมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเลือกแนวคิดสำคัญและจัดทำให้อยู่ในรูปของแบบจำลอง (Selecting big ideas, Treating them as models) ขั้นนำเสนอแนวคิดเริ่มต้น (Attending to student's initial and unfolding ideas) ขั้นสำรวจตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Investigating

science ideas in the classroom) และขั้นอธิบายปรากฏการณ์ (Pressing for explanation) (2) แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปมี 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรม และขั้นสรุป จากนั้นศึกษาเอกสาร ตำรา วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การเรียนการสอนที่ใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Inquiry: MBI) ตาม Braaten & Windschitl (2011) และ Windschitl et al. (2008) ต่อมาศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาแล้วคัดเลือกเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พร้อมทั้งกำหนดจำนวนคาบเรียนเสร็จแล้วจึงดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมและปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วจึงนำส่งผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหาสาระ ความสอดคล้องเหมาะสมระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหาสาระ ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดและประเมินผล จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปใช้จัดการเรียนรู้กับนักเรียนห้อง ม.3/2 ซึ่งเป็นห้องทดลอง

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังเรียน ได้แก่ (1) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลหลังเรียนเท่านั้น เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบจำนวน 4 ข้อ ตัวอย่างข้อคำถามในแบบวัดนี้ แสดงในภาพ 1



ภาพ 1 แสดงตัวอย่างข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การพิจารณาให้คะแนนจะให้ตาม Rubric เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ Base Rubric CERR สำหรับข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) การให้เหตุผล (Reasoning) ข้อคัดค้าน (Rebuttal) ของ McNail & Krajcik (2012: online) และกำหนดการแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำคะแนนที่กำหนดมาหาค่าพิสัยและกำหนดระดับความสามารถ

แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับความสามารถดีมากจะได้คะแนนในช่วง 17-24 คะแนน ระดับความสามารถดีจะได้คะแนนในช่วง 9-16 คะแนน และระดับความสามารถที่ควรปรับปรุงจะได้คะแนนในช่วง 0-8 คะแนน

จากนั้นนำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบแก้ไข แล้วนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ลักษณะการใช้คำถาม และความถูกต้องของภาษา ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะสรุปซึ่งได้ดังนี้ การระบุรายละเอียดของภาพให้ชัดเจน การเขียนข้อความด้วยประโยคที่เข้าใจง่าย การเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง ผู้วิจัยปรับปรุงและแก้ไขแบบวัดตามคำแนะนำ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 นำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบเกี่ยวกับค่าความยากซึ่งอยู่ในช่วง 0.51-0.68 และค่าอำนาจจำแนกซึ่งอยู่ในช่วง 0.21-0.34 (2) *แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล* ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนและหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 24 ข้อ ประกอบด้วย 12 สถานการณ์ ซึ่ง 1 สถานการณ์มีข้อคำถาม 2 ข้อ คำถามข้อที่ 2 ต้องใช้ข้อมูลการตอบจากข้อแรก ตัวอย่างข้อสอบ เช่น *สถานการณ์สมมติว่านักเรียนได้รับก้อนดินเหนียวทรงกลมมา 2 ก้อน โดยมีขนาด รูปร่าง และน้ำหนักเท่ากัน ถ้าก้อนดินเหนียวก้อนหนึ่งถูกบีบให้มีลักษณะแบนเป็นแผ่น คำถามข้อที่ 1 ข้อความใดต่อไปนี้จะถูกต้อง และคำถามข้อที่ 2 จากคำตอบของข้อที่ 1 เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น* เกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูกต้อง 1 คะแนน ตอบผิดไม่ได้คะแนน จากนั้นนำแบบวัดการให้เหตุผลที่สร้างขึ้นเสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมก่อนนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถามและตัวเลือก แล้วนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 นำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบเกี่ยวกับค่าความยากซึ่งอยู่ในช่วง 0.34-0.57 และค่าอำนาจจำแนกซึ่งอยู่ในช่วง 0.32-0.45

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) *ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการทดลอง* แนะนำวิชาเรียนโดยชี้แจงจุดประสงค์ ลักษณะการจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

2) *ขั้นดำเนินการทดลอง* ในคาบเรียนแรก สำหรับกลุ่มทดลองครูมีการอธิบายเพิ่มเติมพร้อมยกตัวอย่างเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองแล้วดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบที่เน้นแบบจำลองเป็นฐาน ส่วนกลุ่มเปรียบเทียบดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป โดยใช้เวลาในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ จำนวนทั้งสิ้น 18 คาบ คาบละ 50 นาที

3) *ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล* ผู้วิจัยดำเนินเหมือนกันทั้งสองกลุ่ม คือ ก่อนเรียนประเมินความสามารถในการให้เหตุผลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล หลังเรียนประเมินทั้งความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และประเมินความสามารถในการให้เหตุผลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลอีกครั้งหนึ่ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) *การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์* เริ่มจากหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลคะแนนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดีมาก ดี และ ควรปรับปรุงเพื่อแปลผลเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ แล้วจึงทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบหลังเรียน โดยเลือกใช้สถิติทดสอบ ANCOVA ในการวิเคราะห์ข้อมูล และใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เป็นตัวแปรร่วม

2) *การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดความสามารถในการให้เหตุผล* เริ่มจากหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ทั้งก่อนและหลังเรียนจากนั้น ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ระหว่างก่อนและหลังเรียนโดยเลือกใช้สถิติทดสอบ ANCOVA ในการวิเคราะห์ข้อมูล และใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เป็นตัวแปรร่วม

ผลการวิจัย

1. ศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐาน และเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบทั่วไป ได้ผลดังตาราง 2 3 และ 4

ตาราง 2 แสดงคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของ กลุ่มทดลอง (n = 36)

คะแนน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความสามารถ
ความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	18.55	2.89	ดีมาก

จากตาราง 2 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 18.55 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก

ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อน ($\bar{x}$) และหลังการจัดอิทธิพลของตัวแปรร่วม ($\bar{x}'$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มเปรียบเทียบหลังเรียน

ค่าสถิติ กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}'$
กลุ่มทดลอง	18.55	2.89	18.56
กลุ่มเปรียบเทียบ	14.61	3.06	14.59

จากตาราง 3 พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 18.55 และ 14.61 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 2.89 และ 3.06 ตามลำดับ เมื่อทำการหาค่าเฉลี่ยของตัวแปรร่วม พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมีค่า 18.56 และ 14.59 คะแนนตามลำดับ

เมื่อได้ค่าเฉลี่ยคะแนนของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม จึงทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนที่ได้หาค่าเฉลี่ยของตัวแปรร่วมแล้ว โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมชนิดทางเดียว (One-way ANCOVA) ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

ค่าสถิติ กลุ่มตัวอย่าง	df	SS	MS	Mean Difference	F	Sig
ม.3/2 กับ ม.3/1	1	263.68	263.68	3.97*	29.28	0.00

* $P < 0.05$

จากตาราง 4 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม พบว่า หลังเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลก่อนและหลังเรียนโดยใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐาน ได้ผลดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อน ($\bar{x}$) และหลังจัดอิทธิพลของตัวแปรร่วม ($\bar{x}'$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มเปรียบเทียบก่อนและหลังเรียน

ค่าสถิติ กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนเรียน		หลังเรียน		
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}'$
กลุ่มทดลอง	9.69	2.77	15.66	2.81	15.53
กลุ่มเปรียบเทียบ	10.02	2.19	11.72	3.21	11.85

จากตาราง 5 พบว่าก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผล 9.69 และ 10.02 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 2.77 และ 2.19 ตามลำดับ หลังเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลสูงขึ้นเป็น 15.66 และ 11.72 ตามลำดับ เมื่อทำการจัดอิทธิพลของตัวแปรร่วมพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมีค่า 15.53 และ 11.85 ตามลำดับ

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบทั่วไป

ตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

ค่าสถิติ กลุ่มตัวอย่าง	df	SS	MS	Mean Difference	F	Sig
ม.3/2 กับ ม.3/1	1	227.03	227.03	3.68*	25.13	0.00

* $P < 0.05$

จากตาราง 6 พบว่าเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม พบว่า หลังเรียน กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย พบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมากซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของพรเทพ จันทราอุกฤษฏ์ (2556) ที่กล่าวว่า แบบจำลองช่วยส่งเสริมศักยภาพในการใช้ข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างมีเหตุผล

การที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดีมากและมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอาจเนื่องมาจากสาเหตุคือ การเรียนการสอนแบบสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนพัฒนาคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่สามารถคัดค้านได้โดยง่าย นักเรียนได้รับโอกาสที่ฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ถึง 4 ครั้ง ในแต่ละเนื้อหา กล่าวคือ

ครั้งแรกเกิดขึ้นใน *ขั้นที่ 2 นำเสนอแนวคิดเริ่มต้น* นักเรียนสร้างแบบจำลองเดี่ยวเพื่ออธิบายสถานการณ์ที่ครูนำมาเสนอก่อนเข้ากลุ่ม โดยแบบจำลองเดี่ยวของนักเรียนที่สร้างขึ้นมานั้นเป็นการนำประสบการณ์หรือความรู้เดิมที่มีต่อปรากฏการณ์ของนักเรียนแต่ละรายบุคคลมาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์โดยคำอธิบายที่ได้นักเรียนสร้างขึ้นมานั้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ อย่างไรก็ตามคำอธิบายในขั้นนี้จะมีข้อมูลบางส่วนที่นำไปใช้ในขั้นต่อไปได้ ยกตัวอย่างในเรื่องของแรงเสียดทาน คำอธิบายของนักเรียนที่ได้จากแบบจำลองเดี่ยวส่วนใหญ่ในห้อง ได้นิยามความหมายของแรงเสียดทานว่า “แรงที่ต้านการเคลื่อนที่” ซึ่งถ้าพิจารณาถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แล้วพบว่ายังไม่มีคุณสมบัติขาดองค์ประกอบด้านหลักฐานและการให้เหตุผล

ครั้งที่สองเกิดขึ้นใน *ขั้นที่ 3 สำนวตรตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมของการค้นหาหลักฐาน* หลังจากนักเรียนได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากกิจกรรมการสำวตรตรวจสอบ นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ไปเพิ่มเติมหรือปรับแก้ไขแบบจำลองให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น เมื่อแบบจำลองถูกปรับแก้ไขแสดงถึงโครงสร้างทาง

ปัญญาของนักเรียนในปรากฏการณ์นั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์จะมีการเปลี่ยนแปลงตามโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนให้มีความชัดเจน ในที่นี้คือมีองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ปรากฏเพิ่มขึ้นและคุณภาพของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

ครั้งที่สามเกิดขึ้นใน *ขั้นที่ 3* *สำรวจตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมของการโต้แย้ง* โดยหลังจากการโต้แย้งในห้องโดยแต่ละกลุ่มต้องหาหลักฐานหรือการให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองที่ได้สร้างขึ้น เพื่อไม่ให้ถูกคัดค้านจากเพื่อนต่างกลุ่ม ในกิจกรรมนี้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงจุดเด่นและข้อบกพร่องของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นและเรียนรู้ที่จะปรับแก้ไขจากมุมมองของผู้อื่นว่าคำอธิบายที่นักเรียนสร้างขึ้นมาอาจจะไม่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจและรู้เรื่องในประโยคที่อธิบายปรากฏการณ์ได้ กิจกรรมนี้จึงเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้นำเสนอคำอธิบายของตนเองว่ามีองค์ประกอบและคุณภาพเป็นอย่างไร โดยเพื่อนในห้องร่วมกันประเมิน

ครั้งสุดท้ายอยู่ใน *ขั้นที่ 4* *อธิบายปรากฏการณ์* นักเรียนนำข้อมูลและสิ่งที่ต้องปรับแก้ไขมาเขียนคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาตินั้นโดยจะได้พิจารณาถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างครบถ้วน สอดคล้องกับสันติชัย อนุวรชัย (2553) ที่กล่าวว่า การแก้ไขคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นอกจากจะเพิ่มพูนประสบการณ์ในการสร้างคำอธิบายแล้ว นักเรียนยังมีโอกาสปรับปรุงคำอธิบายให้มีคุณภาพสูงขึ้น รวมถึงการเรียนรู้ลักษณะของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ

ดังนั้นจากโอกาสในการปรับปรุงแก้ไขคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีถึง 4 ครั้งจึงทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายอยู่ในระดับดีมากและดีกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ นอกจากนี้แบบจำลองช่วยให้นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนรู้เนื้อหาเรื่อง แรง ได้ดีกว่า อาจเพราะเรื่อง แรง เป็นเรื่องของนามธรรมที่นักเรียนไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า เมื่อนำแบบจำลองที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ต่าง ๆ มาช่วยให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น นักเรียนกลุ่มทดลองจึงเห็นภาพของปรากฏการณ์ได้ดีขึ้นและสามารถนำไปสู่การสร้างคำอธิบายได้ดีกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ

2. ความสามารถในการให้เหตุผล

ผลการวิจัย พบว่า หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่าก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 อาจเนื่องมาจากสาเหตุคือ ใน *ขั้นที่ 3* *สำรวจตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์* มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สามารถนำมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนให้เป็นที่ยอมรับของคนในห้องได้

ประกอบด้วยกิจกรรมย่อยซึ่งกิจกรรมย่อยที่ก่อให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลนี้ ได้แก่ การสร้างสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ และการสร้างข้อโต้แย้ง

กิจกรรมย่อยที่ 1 การสร้างสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ นักเรียนได้สร้างแบบจำลองเริ่มต้นเพื่อใช้ในการคาดคะเนปรากฏการณ์ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร มีสิ่งใดบ้างที่เกี่ยวข้อง และสิ่งเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งแบบจำลองที่สร้างมานั้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ เพราะนักเรียนสร้างมาจากความรู้ความเข้าใจเดิมที่นักเรียนมีต่อปรากฏการณ์นั้น ในที่นี้คือสมมติฐานที่อยู่ในรูปของแบบจำลองซึ่งจะต้องทำการทดสอบต่อไป โดยแบบจำลองของนักเรียนที่ได้สร้างขึ้นมาต้องมีความสัมพันธ์กันในเชิงของเหตุผลที่สามารถบอกและอธิบายได้ว่าแต่ละส่วนของแบบจำลองนั้นสัมพันธ์กันอย่างไร สอดคล้องกับ Schwarz et al. (2009) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการให้เหตุผล และความสามารถในการให้เหตุผลนี้ได้ถูกพัฒนาเป็นลำดับ

กิจกรรมย่อยที่ 2 คือ การสร้างข้อโต้แย้ง เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อฝึกกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล โดยในทุกครั้งนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้ฝึกกระบวนการคิดและวิเคราะห์ ด้วยคำถามหรือปัญหาจากข้อสงสัยของเพื่อน เพื่อให้นักเรียนสืบสอบหาคำตอบหรือสาเหตุของปรากฏการณ์รวมถึงความสัมพันธ์ของแต่ละสิ่งในแบบจำลองที่นักเรียนได้นำมาใช้อธิบาย อีกทั้งการเขียนคำอธิบายถือเป็นสิ่งที่เอื้อต่อการฝึกคิดอย่างมีเหตุผล เพราะนักเรียนต้องสร้างข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐานยืนยันและมีการให้เหตุผลประกอบทุกครั้ง ดังนั้นข้อมูลที่นักเรียนเลือกมาจึงต้องมาจากการคิดตัดสินใจที่อยู่บนพื้นฐานของเหตุและผล

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยไปใช้สำหรับครูผู้สอน

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่านักเรียนใช้เวลาค่อนข้างมากในการสร้างแบบจำลองรายบุคคล และส่งผลต่อเวลาที่ใช้จัดกิจกรรมอื่น ๆ ของบทเรียน ดังนั้นครูสามารถจัดนักเรียนให้เข้ากลุ่มร่วมกันคิดและอภิปรายแบบจำลองของกลุ่มตั้งแต่แรกได้ อีกทั้งยังพบว่านักเรียนมีแนวโน้มยอมรับแบบจำลองที่ร่วมกันคิดมากกว่าการคิดรายบุคคลแล้วมาพิจารณาคัดเลือกเป็นของกลุ่มภายหลัง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป

ควรนำผลการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานไปพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากในขั้นที่ 4 อธิบายปรากฏการณ์ ในส่วนของลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชิงญาณวิทยาในส่วนที่บอกว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถคาดคะเนได้ (Conjectural) นักเรียนจะนำองค์ความรู้ที่

ได้เรียนรู้จากแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น ไปคาดคะเนสถานการณ์ใหม่ที่เกิดขึ้นได้อย่างไร โดยจะพบว่าในบางครั้งของการจัดการเรียนรู้นี้ ผู้วิจัยได้นำสถานการณ์ใหม่ในเชิงของสถานการณ์ที่จำเป็นต้องแก้ปัญหาให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อแก้ไขปัญหาที่สังเกตุได้นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากขึ้นในการสร้างแบบจำลองเพื่อนำไปแก้ปัญหาที่ครูกำหนดมาให้ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์ปัญหาของสถานการณ์นั้น ว่าสิ่งใดเป็นสาเหตุของปัญหา มีผลกระทบที่ได้รับเป็นอย่างไรบ้าง แล้วร่วมกันคิดวิธีการในการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้ ดังนั้นแล้วการทำการวิจัยครั้งต่อไปตัวแปรที่น่าสนใจในการศึกษาคือความสามารถในการแก้ปัญหา

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- พรเทพ จัทรากุญญ์. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต) ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2552). *การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นานาชาติ*. กรุงเทพฯ: สหมิตรพรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ภาษาอังกฤษ

- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). *Science for All Americans: Project 2061*. Retrieved from <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/intro.htm?txtRef=&txtURIId=%2Fpublications%2Fsfaa%2Fonline%2Fintro%2Ehtml>
- Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education*, 95(4), 639-669.

- Giere, R. N., Bickle, J., & Mauldin, R. F. (1991). *Understanding scientific reasoning*. Fort Worth, TX: Holt, Rinehart, and Winston.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). (2013). *TIMSS 2015 Assessment Frameworks*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/frameworks.html>
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2012). *Base Rubric for Claim, Evidence, Reasoning, Rebuttal (CERR)*. Retrieved from https://neuron.illinois.edu/files/Resource_BaseRubricCERR.docx
- National Research Council (NRC). (1996). *The National Science Education Standards*. Washington, D.C: National Academy Press.
- Nuffield Foundation. (2013). *Model-based inquiry and practical work – an introduction*. Retrieved from <http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/files/Introduction%20to%20model-based%20inquiry.pdf>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). *PISA 2015 DRAFT SCIENCE FRAMEWORK*. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Tsai, S.-P., & Schneider, J. (2010). Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 583-608.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., . . . Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.