



**การพัฒนาแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้ง
และแนวความคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้าง
สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
Development of an Instructional Model by Integrating the Argument-Driven
Inquiry Model and Model-Based Learning Approach to Promote Scientific
Literacy Competencies and Rationality of Lower Secondary School Students**

พรเทพ จันทราอุกฤษณ์*

Pornthep Chantraukrit

อลิศรา ชูชาติ**

Alisara Chuchat

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้ง และแนวความคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น และ 2) เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ศึกษาประสิทธิผลโดยการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร แต่ละโรงเรียนแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ใช้เวลาในการทดลอง 10 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ แบบวัดความมีเหตุผล และแบบสังเกตพฤติกรรมความมีเหตุผล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม และการทดสอบด้วยสถิติไคสแควร์ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นตั้งประเด็นคำถาม (2) ขั้นสร้างแบบจำลองเบื้องต้น (3) ขั้นสำรวจตรวจสอบแบบจำลอง (4) ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (5) ขั้นสร้างข้อสรุปและคำอธิบาย และ (6) ขั้นขยายความรู้โดยมีการอภิปรายโต้แย้งอยู่ในทุกๆ ขั้นตอน 2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน ผลจากการทดลองใช้ พบว่า 2.1) นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60.23 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 อย่างไรก็ตามคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาสูงกว่ากลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน

*นิสิตปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2.2) นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 คะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลระหว่างนักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน และผลการสังเกตพฤติกรรมความมีเหตุผลระหว่างเรียน พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นแสดงพฤติกรรมความมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน/ สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์/ ความมีเหตุผล

Abstract

This research was a research and development with purposes to (1) develop instructional model by integrating the argument-driven inquiry model and model-based learning approach to promote scientific literacy competencies and rationality of lower secondary school, and (2) evaluate the effectiveness of the developed instructional model. This research evaluated the effectiveness of an instructional model through experimenting with the sample group, mattayomsuksaII students of Demonstration Secondary School group under the Office of the Higher Education Commission and School group under of the Office of Basic Education Commission in Bangkok Metropolis. In each school, students were divided into 2 groups, including an experimental group and a controlled group. The duration of experiment was 10 weeks with research instruments, including scientific competency test and rationality test, and rationality observation form. The data were analyzed by arithmetic mean, standard deviation, t-test, ANOVA, and Chi-square statistical test. The research results could be summarized as follows: 1. The instructional model consisted of 6 key stages, including (1) identifying issue, (2) construct and initial model, (3) model investigation, (4) model improvement, (5) constructing conclusion and explanation, and (6) elaboration by providing argumentation at all stages. 2. The effectiveness of the instructional model after implementation, it was found that; 2.1 After experiment, students studying with developed instructional model had mean score of scientific literacy competency at 60.23 percent, lower than the determined criteria at 70 percent. However, their mean score of scientific literacy competency is higher than that of before experiment and higher than that of students studying traditionally at .05 level of significance. The mean score of scientific literacy competency of students in the demonstration school group under the Office of Higher Education Commission was higher than that of the schools under the Office of the Basic Education Commission at .05 level of significance. 2.2 After experiment, students studying with



developed instructional model had mean score of rationality higher than that before experiment and that of students studying traditionally at .05 level of significance. The mean score of rationality of students in the demonstration school group under the Office of Higher Education Commission was indifferent from that of the schools under the Office of the Basic Education Commission at .05 level of significance. According to rationality behavior observation during experiment, it was found that students studying with developed instructional model had higher rationality behavior than students studying traditionally at .05 level of significance.

Keywords: Instructional Model/ Argument-Driven Inquiry Model/ Model-Based Learning Approach/ Scientific Literacy Competencies/ Rationality

บทนำ

โลกในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การจัดการศึกษาจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว องค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: UNESCO) ได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ให้เน้นการพัฒนาความรู้เพื่อปวงชน (Literacy for All) อันเป็นการพัฒนาให้บุคคลสามารถอ่านออก เขียนได้ เป็นผู้มีความรู้และมีความสามารถในการเรียนรู้ (Lind, 2008: 11) สำหรับในประเทศไทยได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะพื้นฐาน 3 ด้าน คือ (1) การรู้หนังสือหรือการสื่อสาร (Literacy) (2) การคำนวณ (Numeracy) และ (3) ความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning abilities) (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2556: 2)

ในปี พ.ศ. 2558 ประเทศต่างๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะย่างเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (Asean Economics Community: AEC) อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นแต่ละประเทศในกลุ่มอาเซียนจึงมีการปรับตัวเพื่อรองรับและใช้โอกาสจาก AEC ในการพัฒนาการเติบโตทางเศรษฐกิจโดยนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเข้ามาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ เพื่อช่วยให้ประเทศของตนมีบทบาทและขีดความสามารถในการแข่งขันเหนือกว่าประเทศอื่น (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2556: 68) วิทยาศาสตร์จึงทวีบทบาทสำคัญยิ่งขึ้นและทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy for All) เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544: 2) การรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) จึงถูกกำหนดเป็นเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศต่างๆ อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น



(Norris and Phillips, 2003: 224) นำมาสู่การปฏิรูปการจัดการศึกษาวិทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านความรู้ ความสามารถ ทักษะและคุณลักษณะ เพื่อตอบสนองต่อเป้าหมายดังกล่าว

การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ เป็นวัตถุประสงค์หนึ่งที่ต้องกระทำเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) ดำเนินการภายใต้โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment: PISA) เพื่อเป็นการสำรวจศักยภาพในการใช้ความรู้และทักษะของนักเรียนภายหลังจบการศึกษาภาคบังคับ หรืออายุ 15 ปี โดยประเมินทุก 3 ปี และประเทศไทยเข้าร่วมโครงการดังกล่าว ผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย ซึ่งมีการดำเนินการตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 (พ.ศ. 2543) พบว่า มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ และมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ตั้งแต่เข้าร่วมโครงการซึ่งผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า ประเทศไทยยังอยู่ห่างจากเป้าหมายความเข้มแข็งทางการศึกษา และการเตรียมเยาวชนให้มีศักยภาพในการแข่งขันในอนาคต อย่างไรก็ตาม ยังพบกลุ่มโรงเรียนในประเทศไทยที่นักเรียนมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD คือ นักเรียนจากกลุ่มโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยและนักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิต สำหรับนักเรียนในกลุ่มโรงเรียนอื่นๆ นั้นพบว่า มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ทั้งหมด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556: 19) ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ตามโครงการ PISA จะเน้นการประเมินสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อระบุประเด็นคำถามและสรุปผลโดยใช้ประจักษ์พยาน

ทำให้มีความเข้าใจและช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติของโลก และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ โดยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์นี้ประกอบด้วย 3 ประการ ได้แก่ (1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying Scientific Issues) (2) การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (Explaining Phenomena Scientifically) และ (3) การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence) (OECD, 2009: 138) ผลการประเมินสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยตามโครงการ PISA พบว่า สมรรถนะที่อ่อนที่สุดคือ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ อาจเนื่องมาจากการสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปให้ความสำคัญกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553: 28; 2546: 2)

สภาพสังคมปัจจุบันในศตวรรษที่ 21 ที่เจริญไปด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การติดต่อสื่อสารเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ข้อมูลข่าวสารจึงมีมากมายซึ่งมีทั้งน่าเชื่อถือและไม่น่าเชื่อถือ คุณลักษณะพื้นฐานในการดำรงชีวิตของบุคคลประการหนึ่งที่ขาดไม่ได้คือ ความมีเหตุผล ความสำคัญของความมีเหตุผลจึงถูกถ่ายทอดมาสู่การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาบุคคลให้เป็นผู้มีเหตุผล โดยเฉพาะการศึกษาวิทยาศาสตร์ และ ความมีเหตุผลถือเป็นคุณลักษณะที่โดดเด่นของนักวิทยาศาสตร์ นำไปสู่การแสดงออกหรือมีพฤติกรรมแบบวิทยาศาสตร์ รวมทั้งกำหนดแนวทางพฤติกรรมแบบนักวิทยาศาสตร์ (Haney, 1969: 33-35) เพราะนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่ยอมรับในการอธิบายที่มีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ สามารถอธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล มีผลแสวงหาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น (ภพ เลหาไพบูลย์, 2537: 12)



จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยในต่างประเทศ พบว่า กระบวนการหนึ่งที่มีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และปลูกฝังความมีเหตุผล คือ การโต้แย้ง (argumentation) เนื่องจากการโต้แย้งได้รับการยอมรับว่าเป็นกระบวนการหลักที่ใช้ในการสร้างความรู้ และเป็นการคิดและปฏิบัติเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ อีกทั้งสอดคล้องกับการปฏิบัติอันเป็นหลักการสำคัญของการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือ การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างความรู้หรือคำอธิบายที่พัฒนาด้วยการให้ความหมาย ข้อมูล และนำเสนอคำอธิบายที่สร้างนั้นต่อสังคมเพื่อให้มีการวิจารณ์ โต้แย้งและปรับปรุงใหม่ (Sampson and Clark, 2009: 448) สอดคล้องกับทัศนะของ Berland and Reiser (2009: 27) ที่กล่าวว่า “การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นความรอบรู้และการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ควรให้ความสำคัญใน 2 ประเด็น คือ (1) นักเรียนควรใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ในการอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา (2) นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นให้นำเสนอและโต้แย้งทางความคิด” ขณะที่สภาการวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ซึ่งกำหนดมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับชาติ เน้นว่า “นักเรียนทุกคนควรได้รับการพัฒนาความเข้าใจในวิทยาศาสตร์โดยการผสมผสานความรู้ เหตุผลและทักษะการคิดจุดเน้นของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์จึงเปลี่ยนจากการสำรวจและการทดลองมาเป็นการโต้แย้งและการอธิบาย” (NRC, 2000: 2, 113 อ้างถึงใน Zembal-Saul: 2009: 691) นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยของสหรัฐอเมริกาได้นำเสนอแนวคิดการสืบสอบด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) ซึ่งเป็นการนำการโต้แย้งมาบูรณาการร่วมกับการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Walker et al., 2010: 1-20) โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างประสบการณ์ในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ให้เสมือนจริง พัฒนาการ

รู้วิทยาศาสตร์จิตวิทยาศาสตร์ วิธีการให้หลักฐานกับคำอธิบาย และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Sampson et al., 2010: 47)

ในการศึกษาปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินการภายใต้การนำแบบจำลอง (Models) ลักษณะต่างๆ มาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในรูปแบบที่มองเห็นได้ชัดเจนและสัมผัสได้ เพื่อเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมกับปรากฏการณ์หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และสามารถอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมนั้นให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น (Harrison and Treagust, 2000) แบบจำลองจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีคุณค่า สามารถนำมาใช้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และเป็นลักษณะสำคัญอีกประการหนึ่งของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2002) ในการนำแบบจำลองมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น Gobert และ Buckley (2000: 892) ได้อธิบายแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning) ไว้เป็นลำดับดังนี้ (1) นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด (Mental Models) เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา (2) ครูประเมินและทบทวนแนวคิดหรือเนื้อหาที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง (3) นักเรียนสร้างแบบจำลอง (4) นักเรียนนำแบบจำลองไปใช้และประเมิน (5) นักเรียนปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง และ (6) นักเรียนนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมเพื่อขยายแนวคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้นๆ

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น มีการนำการโต้แย้งและแบบจำลองมาใช้ในการเรียนการสอนแต่ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงนำการสืบสอบแบบโต้แย้ง และแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมาบูรณาการและพัฒนาเป็นรูปแบบการเรียน



การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ และควมมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ และควมมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยแบ่งขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทฤษฎีสรรคณิยม ทฤษฎีโซเซียลคอนสตรัคติวิสต์การสืบสอบแบบโต้แย้ง และแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จากนั้นวิเคราะห์หลักการเรียนรู้ แล้วสังเคราะห์เป็นขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน จัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพ จากนั้นนำไปทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร แล้วสุ่ม

เลือกโรงเรียนจากกลุ่มโรงเรียนที่นักเรียนมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD ได้แก่ กลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จำนวน 1 โรงเรียน คือ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายมัธยม และจากกลุ่มโรงเรียนที่นักเรียนมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ได้แก่ กลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 1 โรงเรียน คือ โรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม เลือกระดับชั้นโดยเลือกนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นตัวแทนนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สุ่มห้องทดลองโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากโรงเรียนละ 2 ห้อง เพื่อแบ่งนักเรียนแต่ละโรงเรียนเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายมัธยม มีนักเรียนห้องละ 36 คน โรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม กลุ่มทดลองมีนักเรียน 39 คน กลุ่มควบคุมมีนักเรียน 31 คน จากนั้นทดสอบความเท่าเทียมกันระหว่างกลุ่มด้วยการนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ของนักเรียนทั้งสองห้องมาทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ด้วยสถิติทดสอบที (t-test) ผลปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนไม่แตกต่างกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ (1.1) แบบวัดสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21-0.64 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85 (1.2) แบบวัดควมมีเหตุผล มีค่าอำนาจ



จำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.91 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.89 และ (1.3) แบบสังเกตพฤติกรรมความมีเหตุผลมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.93

2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มี 2 แบบ คือ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้ง และแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และ (2) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแบบปกติ โดยสาระที่ใช้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ครอบคลุมหน่วยการเรียนรู้ 2 เรื่อง ได้แก่ ระบบต่างๆ ในร่างกายมนุษย์ และสัตว์ และแสง

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนและเก็บข้อมูลด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และนำผลมาวิเคราะห์ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) การเตรียมนักเรียนและการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองผู้วิจัยเตรียมนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ก่อนทดลองสอนด้วยการชี้แจงวัตถุประสงค์วิธีการเรียนการสอน แต่สำหรับเฉพาะนักเรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยแนะนำวิธีการเรียนการสอนด้วยการบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังจากนั้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองด้วยแบบวัดสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ และแบบวัดความมีเหตุผลมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ (ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

2) การดำเนินการทดลองสอนและการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลองผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนทั้งสองกลุ่มตามแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำนวน 12 แผน เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ จำนวนทั้งสิ้น 30 คาบ คาบละ 50 นาที

และระหว่างการดำเนินการทดลองสอน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสังเกตพฤติกรรมความมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำนวน 12 ครั้ง ตามแผนการจัดการเรียนรู้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายผลด้วยสถิติไคสแควร์ (X^2)

3) การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง เมื่อดำเนินการสอนครบตามที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบนักเรียนโดยใช้แบบวัดสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ และแบบวัดความมีเหตุผลฉบับเดิมที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ และแบบวัดความมีเหตุผลมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ (ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มหลังทดลอง แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) โดยใช้สถิติทดสอบเอฟ (F-test) ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยนำคะแนนสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบวัดสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนทดลองเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยมี 2 ประเด็นหลัก ได้แก่

1. รูปแบบการเรียนการสอน และ 2. การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยนำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 4) แนวทางการวัดและประเมินผล การเรียนการสอน และ 5) เงื่อนไขในการจัดการเรียนการสอนซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้



1) หลักการ

รูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานประกอบด้วยหลักการสำคัญ 2 ประการ ดังนี้

1.1) การใช้แบบจำลองจะช่วยส่งเสริมศักยภาพในการโต้แย้งโดยใช้ข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างมีเหตุผล

1.2) การนำแบบจำลองประกอบการโต้แย้งจะช่วยให้การโต้แย้งมีความชัดเจนและเป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นแนวทางในการตรวจสอบข้อโต้แย้งข้อสรุป และความมีเหตุผลได้ง่าย

2) วัตถุประสงค์

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ดังนี้

2.1) เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถ 3 ประการ คือ (1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (2) การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และ (3) การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

2.2) เพื่อเสริมสร้างความมีเหตุผล โดยเน้นให้ผู้เรียนแสดงถึงพฤติกรรมบ่งชี้ความมีเหตุผล 7 ประการ ได้แก่ (1) ให้ความสำคัญของการใช้เหตุผล (2) ยอมรับว่าสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นย่อมมีสาเหตุและสามารถอธิบายได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (3) ยอมรับในความคิดเห็นที่มีหลักฐานสนับสนุนอย่างเพียงพอ (4) แสวงหาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (5) แสวงหาหลักฐานเชิงประจักษ์จากการสำรวจตรวจสอบเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย (6) แสดงความคิดเห็น หรือให้คำอธิบายที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเพียงพอ และ (7) ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิดต่างๆ กับข้อมูลที่เชื่อถือได้

3) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนหลัก 6 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นตั้งประเด็นคำถาม (2) ขั้นสร้างแบบจำลองเบื้องต้น (3) ขั้นสำรวจตรวจสอบแบบจำลอง (4) ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (5) ขั้นสร้างข้อสรุปและคำอธิบาย และ (6) ขั้นขยายความรู้ โดยมีการอภิปรายโต้แย้งอยู่ในทุกๆ ขั้น ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

(1) ขั้นตั้งประเด็นคำถาม เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยการตั้งคำถามเพื่อสำรวจความรู้เดิมของนักเรียน แล้วเชื่อมโยงกับหัวข้อที่จะศึกษาด้วยปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย และตั้งประเด็นคำถาม ซึ่งนำไปสู่การตั้งสมมุติฐานและค้นหาคำตอบ

(2) ขั้นสร้างแบบจำลองเบื้องต้นเป็นขั้นที่นักเรียนตั้งสมมุติฐานหรือสร้างแบบจำลองเบื้องต้นและกำหนดแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วเลือกวิธีการที่ดีที่สุดอย่างมีเหตุผล

(3) ขั้นสำรวจตรวจสอบแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนปฏิบัติการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและหลักฐาน โดยการสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นหรือทดลอง

(4) ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลและหลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์ จัดกระทำ และปรับปรุงแบบจำลอง

(5) ขั้นสร้างข้อสรุปและคำอธิบาย เป็นขั้นที่นักเรียนนำผลการอภิปราย ข้อคิดเห็นหรือข้อมูลที่ได้เพิ่มเติมจากการนำเสนอแบบจำลองของเพื่อนมาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และปรับปรุงแบบจำลองอีกครั้ง แล้วลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล

(6) ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หรือแบบจำลองที่ได้จากการศึกษาไปประยุกต์เพื่ออธิบาย ทำนายเหตุการณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ หรือในสถานการณ์ใหม่



4) แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประเมินผลรอบด้านทั้งด้านความรู้ กระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามสภาพที่เป็นจริงของผู้เรียน ด้วยเครื่องมือที่หลากหลาย โดยเน้นการประเมินสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และการประเมินความมีเหตุผล โดยใช้แบบวัดความมีเหตุผล และแบบสังเกตพฤติกรรมความมีเหตุผล

5) เจื่อนใจในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

การใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีเจื่อนใจในการใช้รูปแบบดังต่อไปนี้

(1) เจื่อนใจด้านผู้สอน

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นรูปแบบที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น นอกจากผู้สอนจะต้องมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างดีแล้ว ยังควรเป็นผู้ที่สามารถกระตุ้นความสนใจในเรื่อง หัวข้อ ประเด็นปัญหา หรือปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษา เห็นความสำคัญของการสร้างแบบจำลอง และเห็นความสำคัญของหลักฐานและเหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

(2) เจื่อนใจด้านเวลา

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นรูปแบบที่เน้นให้ผู้เรียนค่อยๆ สืบสอบหาความรู้ ดังนั้น ผู้สอนที่จะนำรูปแบบนี้ไปใช้ในรายวิชาที่ตนเองสอนจะต้องพิจารณาว่า รายวิชาดังกล่าวนั้นมีระยะเวลาที่มีจำนวนชั่วโมงมากเพียงพอที่จะให้ผู้เรียนสืบสอบหาความรู้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถในการปฏิบัติสิ่งที่ได้เรียนรู้นั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(3) เจื่อนใจด้านผู้เรียน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นรูปแบบที่นำไปทดลองใช้กับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น อย่างไรก็ตาม ผู้สอนสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ไปใช้ในระดับการศึกษาอื่นๆ ได้ทั้งในระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และอุดมศึกษา โดยผู้สอนต้องพิจารณาว่า เนื้อหาสาระในรายวิชาที่ตนสอนนั้นต้องการพัฒนาผู้เรียนในด้านใด หากรายวิชาที่สอนเน้นในด้านความสามารถในการระบุประเด็นปัญหา ความสามารถในการอธิบายอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และความมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบนี้ ผู้สอนสามารถนำรูปแบบดังกล่าวไปใช้โดยพิจารณาเจื่อนใจในด้านความสัมพันธ์ของเนื้อหาสาระในรายวิชา และด้านเวลา ผู้สอนสามารถคัดเลือกเนื้อหาสาระที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ปรับเปลี่ยนกิจกรรม และใช้เทคนิคต่างๆ ให้เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับ

2. การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น แบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่ 2.1 สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ และ 2.2 ความมีเหตุผล มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ด้านสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์

สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง กลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 แต่มีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60.23 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงาน



คณะกรรมการการอุดมศึกษาพบว่า สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 70.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 และเมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานพบว่า สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 แต่มีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ร้อยละ 50.38 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70

นักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เช่นเดียวกันกับเมื่อพิจารณาเฉพาะนักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

เมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนทดลองเป็นตัวแปรร่วม ภายหลังการทดลองคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของทั้งสองโรงเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนก่อนทดลองที่แตกต่างกันของทั้งสองโรงเรียนมีอิทธิพลต่อคะแนนหลังทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยเช่นกัน

2.2 ด้านความมีเหตุผล

ความมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลอง กลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและกลุ่มโรงเรียนสังกัด

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกันกับเมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และเฉพาะกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

นักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานก่อนการทดลอง นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลไม่แตกต่างกัน หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเฉพาะนักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา พบว่า ก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลไม่แตกต่างกันและเมื่อพิจารณาเฉพาะนักเรียนกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานพบว่า ก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลไม่แตกต่างกัน หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลก่อนทดลองเป็นตัวแปรร่วม ภายหลังการทดลองคะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลของทั้งสองโรงเรียนไม่มีความแตกต่างกัน

พฤติกรรมความมีเหตุผลที่ได้จากการสังเกต ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของนักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและกลุ่ม



โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษา
ขั้นพื้นฐานมีสัดส่วนที่ต่างกันอย่างชัดเจน นักเรียน
กลุ่มทดลองพบพฤติกรรมความมีเหตุผลมากกว่า
นักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.05 และได้ผลเช่นเดียวกันเมื่อพิจารณาในแต่ละ
กลุ่มโรงเรียน

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. การพัฒนาแบบการเรียนการสอน

การอภิปรายเกี่ยวกับการพัฒนาแบบ
การเรียนการสอนมีประเด็นสำคัญ 3 ประเด็น ได้แก่
1.1 จุดเด่น 1.2 ข้อจำกัด และ 1.3 โอกาสในการนำ
ไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 จุดเด่นของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา
ขึ้นมีจุดเด่น 2 ประการ ดังนี้

1) รูปแบบการเรียนการสอนที่ ตอบสนองปัญหาที่เกิดขึ้นในสภาพจริง

จากผลการวิจัยได้สะท้อนให้
เห็นอย่างชัดเจนว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา
ขึ้นสามารถเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และ
ความมีเหตุผลได้ รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา
ขึ้นเป็นรูปแบบที่เริ่มจากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจริง
เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการสืบสอบซึ่งจะนำไปสู่
คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูล
อย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูล
และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้
กระบวนการที่ส่งเสริมให้การสืบสอบมีประสิทธิภาพ
มากขึ้นได้แก่ การโต้แย้งและการใช้แบบจำลอง
ซึ่งการนำแบบจำลองมาเป็นส่วนหนึ่งในการโต้แย้งจะ
ช่วยให้ผู้เรียนได้คำอธิบายข้อความรู้ที่ดีที่สุด เป็นที่
ยอมรับมากที่สุด โดยการใช้หลักฐานและเหตุผลอีก
ทั้งการโต้แย้งและการใช้แบบจำลองจะช่วยให้ผู้เรียน

ขยายขอบเขตความรู้และพัฒนาทักษะการใช้เหตุผล
ผู้เรียนได้รับโอกาสในการแสดงความคิดเห็น และ
พัฒนาการทำงานร่วมกับผู้อื่นอีกด้วย

2) รูปแบบการเรียนการสอน สามารถพัฒนาการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้ กระบวนการ และคุณลักษณะ

รูปแบบการเรียนการสอนที่
พัฒนาขึ้นสามารถเสริมสร้างสมรรถนะการรู้
วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลถ้าพิจารณาองค์
ประกอบย่อยของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์
ซึ่งประกอบด้วยการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์
การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และ
การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (OECD, 2009:
138) ซึ่งการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เป็นการ
ระบุว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการทดสอบทาง
วิทยาศาสตร์ หรือคำถามใดที่สำรวจตรวจสอบไม่ได้
ด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ และหลังการสำรวจ
ตรวจสอบจะทำให้ผู้เรียนได้ความรู้ที่สามารถอธิบาย
ปรากฏการณ์ที่สำรวจตรวจสอบ โดยใช้กระบวนการ
สืบสอบ และการใช้หลักฐาน อย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็น
คุณลักษณะหนึ่งของนักวิทยาศาสตร์

1.2 ข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา
ขึ้นสามารถเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และ
ความมีเหตุผล แต่ยังมีจำกัดอยู่บ้าง ได้แก่ ผู้สอนต้อง
เป็นผู้ที่สามารถกระตุ้นความสนใจในเรื่อง หัวข้อ
ประเด็นปัญหา หรือปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษา
เห็นความสำคัญของการสร้างแบบจำลอง และ
เห็นความสำคัญของหลักฐานและเหตุผลในการ
สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง รูปแบบการเรียนการสอนที่
พัฒนาขึ้นนี้เป็นรูปแบบที่เน้นให้ผู้เรียนค่อยๆ สืบสอบ
หาความรู้ ดังนั้น ผู้สอนที่จะนำรูปแบบนี้ไปใช้ใน
รายวิชาที่ตนเองสอนจะต้องพิจารณาว่า รายวิชา



ดังกล่าวนี้มีระยะเวลาที่มีจำนวนชั่วโมงมากเพียงพอที่จะให้ผู้เรียนสืบสอบหาความรู้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถในการปฏิบัติสิ่งที่ได้เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 โอกาสของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ผู้สอนสามารถนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้ในระดับการศึกษาอื่นๆ ได้ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และอุดมศึกษา โดยผู้สอนต้องพิจารณาว่า เนื้อหาสาระในรายวิชาที่ตนสอนนั้นต้องการพัฒนาผู้เรียนในด้านใด หากรายวิชาที่สอนเน้นในด้านความสามารถในการระบุประเด็นปัญหา ความสามารถในการอธิบายอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และความมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบนี้ ผู้สอนสามารถนำรูปแบบดังกล่าวไปใช้โดยพิจารณาเงื่อนไขในด้านความล้มพันธ์ของเนื้อหาสาระในรายวิชา และด้านเวลา ผู้สอนสามารถคัดเลือกเนื้อหาสาระที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ปรับเปลี่ยนกิจกรรม และใช้เทคนิคต่างๆ ให้เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับ

2. ประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นแบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่ 2.1 สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ และ 2.2 ความมีเหตุผล ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น สามารถเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ได้ อาจเป็นเพราะรูปแบบการเรียนการสอนนี้มีหลักการเรียนรู้ 2 ประการ คือ การใช้แบบจำลองจะช่วยให้ส่งเสริมศักยภาพในการโต้แย้งโดยใช้ข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างมีเหตุผล (2) การนำแบบจำลอง

ประกอบการโต้แย้งจะช่วยให้การโต้แย้งมีความชัดเจนและเป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นแนวทางในการตรวจสอบข้อโต้แย้ง ข้อสรุป และความมีเหตุผลได้ง่าย หลักการเรียนรู้ทั้ง 2 ประการนี้จึงเป็นการส่งเสริมสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งทางด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับทัศนะของ Walker et al. (2010: 6) ได้กล่าวไว้ว่า “การเรียนการสอนสืบสอบแบบโต้แย้ง มีแนวโน้มในการช่วยพัฒนานักเรียนในเรื่องกระบวนการสืบสอบ เช่น วิธีการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการใช้เหตุผล และการสืบสอบนั้นจะต้องมีการวิเคราะห์ การวางแผน การออกแบบ และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาสู่การหาคำตอบในปรากฏการณ์ที่ศึกษา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบใดก็ได้ เช่น แบบจำลอง คำอธิบาย สิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่ากระบวนการตั้งแต่เริ่มต้นสืบสอบจนกระทั่งได้คำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษาเป็นการส่งเสริมสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบย่อย สอดคล้องกับการประยุกต์ทฤษฎีสมรรถนัยมาใช้เป็นแนวปฏิบัติหรือวิธีสอน ดังที่ ศศิธร วิริยะสินันท์ ทิศนา ขัมมณี และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 3) กล่าวสรุปไว้ว่า “นักการศึกษา โดยเฉพาะนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นนักการศึกษากลุ่มแรกที่น่าแนวคิดของทฤษฎีสมรรถนัยมาใช้ พบว่าการเรียนรู้ด้วยการสืบสอบเป็นหนึ่งในวิธีการหรือแนวทางปฏิบัติที่ประสบความสำเร็จในการเรียนการสอน”

นอกจากนี้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นยังเน้นการสร้างแบบจำลอง ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมการสำรวจตรวจสอบ การสร้างความเข้าใจ และการสื่อสารความรู้ได้ (Harrison and Treagust, 2000: 1011-1012) นักเรียนกลุ่มทดลองมีส่วนร่วมในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสำรวจตรวจ



สอบเชิงประจักษ์ การหาหรือเกี่ยวกับแบบจำลอง รวมถึงการโต้แย้งเพื่อลงมติสร้างแบบจำลอง และการให้เหตุผลด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จึงถือเป็นลักษณะที่สำคัญที่ส่งเสริมการเรียนรู้แก่นักเรียนตามทฤษฎีสรคณิคมที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการเรียนรู้หรือเป็น การเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ

2.2 ความมีเหตุผล

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาความมีเหตุผลได้ อาจเป็นเพราะ กิจกรรมการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองเป็นการเรียนการสอนเน้นการสืบสอบ ทำให้นักเรียนได้สืบสอบความรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อฝึกกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล โดยทุกครั้งที่เรียน นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้ฝึกกระบวนการคิดและวิเคราะห์ ด้วยคำถามหรือปัญหาเพื่อให้นักเรียนสืบสอบหาคำตอบ หรือสาเหตุของปัญหาที่กำหนด ดังนั้น จึงเป็นโอกาสของนักเรียนในการแสวงหาสาเหตุของปรากฏการณ์ต่างๆ และหาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น ซึ่งถือเป็นหนึ่งในพฤติกรรมบ่งชี้ของผู้มีเหตุผล

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ ยังเน้นให้นักเรียนได้มีการโต้แย้งซึ่งเป็นการพัฒนาและส่งเสริมคุณลักษณะความมีเหตุผล เนื่องจากการโต้แย้งเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในลักษณะที่เห็นด้วยหรือขัดแย้งกับความคิดเห็นของผู้อื่นโดยมีการให้เหตุผลประกอบ จึงเสมือนว่านักเรียนได้รับการปลูกฝังลักษณะนิสัยในการแสดงเหตุผลประกอบการแสดงความคิดเห็นของตนเอง รวมทั้งเห็นคุณค่าในความสำคัญของความมีเหตุผล เนื่องจากเหตุผลเป็นพื้นฐานสำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจยอมรับความคิดเห็นต่างๆ สอดคล้องกับทัศนะของ Newton et al. (1999 อ้างถึงใน Dawson

and Venville, 2010: 134) ซึ่งได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้การโต้แย้งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่า “การโต้แย้งจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้เหตุผล คิดอย่างมีวิจารณญาณ เข้าใจและนำเสนอข้อโต้แย้งในเชิงตรรกะและมีความเชื่อมโยงต่อกัน” เช่นเดียวกับ Jimnez-Aleixandre and Erduran (2007: 5) ที่กล่าวว่า “การโต้แย้งส่งเสริมพัฒนาการของการใช้เหตุผล โดยเฉพาะการใช้เหตุผลกับทฤษฎีหรือจุดยืนที่แตกต่างกัน”

การสร้างแบบจำลองยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีเหตุผลมากยิ่งขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้แสดงความเข้าใจของตนเองที่มีอยู่ต่อปรากฏการณ์ที่จะศึกษา แสดงการคิดสมมุติฐานออกมาในลักษณะของภาพวาดที่แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ แสดงความเข้าใจของตนเองที่มีอยู่ต่อปรากฏการณ์ที่จะศึกษา แสดงการคิดสมมุติฐานออกมาในลักษณะของภาพวาดและแบบจำลองประเภทต่างๆ ที่แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปรากฏการณ์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถกำหนดสมมุติฐานและแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังที่ Gilbert (1995 อ้างถึงใน Gobert and Buckley, 2000: 891) ได้กล่าวไว้ว่าแบบจำลองมีส่วนสำคัญในการตั้งสมมุติฐานเพื่อทดสอบความคิด และการบรรยายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ Schwarz et al. (2009) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่เกิดจากการให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อีกประการหนึ่งว่า การใช้แบบจำลองเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้มีการใช้เหตุผลด้วย

นักเรียนกลุ่มควบคุมที่มีการเรียนการสอนแบบปกติ แม้ว่าจะไม่ได้เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น แต่โดยธรรมชาติของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเน้นการสืบสอบ จึงอาจส่งผลต่อการพัฒนาคุณลักษณะความมีเหตุผลใน



ตัวนักเรียนเช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง แต่จากการสังเกตพฤติกรรมความมีเหตุผลระหว่างการทดลองพบว่าพฤติกรรมความมีเหตุผลที่ได้จากการสังเกตระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของนักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานมีสัดส่วนที่ต่างกันอย่างชัดเจน นักเรียนกลุ่มทดลองพบพฤติกรรมความมีเหตุผลได้มากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 อาจเป็นเพราะว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเน้นการโต้แย้งจึงมีความแตกต่างกับการเรียนการสอนสืบสอบด้วยรูปแบบอื่นๆ คือใช้การโต้แย้งเป็นกลวิธีในการตรวจสอบผลสรุปที่ได้ศึกษา ซึ่งพื้นฐานสำคัญของผู้เข้าร่วมการโต้แย้งคือเป็นผู้มีเหตุผล รู้จักเลือกใช้หลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสมในการสนับสนุนหรือปฏิเสธความคิดเห็นที่มีผู้นำเสนอ การโต้แย้งนี้จึงเป็นการปลูกฝังคุณลักษณะความมีเหตุผล ดังตัวอย่างพฤติกรรมที่ใช้ในการสังเกต อาทิ พฤติกรรมการอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นด้วยการกล่าวถึงสาเหตุและผลของเรื่องนั้นๆ ซึ่งจะปรากฏในกลุ่มทดลองมากกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม ซึ่งทั้งสองกลุ่มเรียนเรื่องเดียวกันและมีคำถามหรือปัญหาที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบเรื่องเดียวกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนกลุ่มทดลองได้เข้าร่วมกิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนจึงต้องใช้เหตุผลในการอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นเช่นเดียวกันกับพฤติกรรมการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในการเขียนสรุปผล

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่พบว่ารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยเสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความมี

เหตุผลของนักเรียนได้นั้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ในเชิงนโยบาย การปฏิบัติการสอน และการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากผลการวิจัยที่พบว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น สามารถเสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลได้นั้น ผู้บริหารสถาบันการศึกษา และหน่วยงานวิชาการต่างๆ จึงควรนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการพิจารณาในการพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลให้แก่นักเรียนอย่างเป็นรูปธรรมและต่อเนื่อง

2. ข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบไปใช้สำหรับผู้ปฏิบัติการสอน

ครูวิทยาศาสตร์ควรนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับการศึกษาอื่นๆ ได้ทั้งในระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และอุดมศึกษา โดยผู้สอนต้องพิจารณาว่า เนื้อหาสาระในรายวิชาที่ตนสอนนั้นต้องการพัฒนาผู้เรียนในด้านใด หากรายวิชาที่สอนเน้นในด้านความสามารถในการระบุประเด็นปัญหา ความสามารถในการอธิบายอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และความมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบนี้ ผู้สอนสามารถนำรูปแบบดังกล่าวไปใช้โดยพิจารณาเงื่อนไขในด้านความสัมพันธ์ของเนื้อหาสาระในรายวิชา และด้านเวลา ผู้สอนสามารถคัดเลือกเนื้อหาสาระที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ปรับเปลี่ยนกิจกรรม และใช้เทคนิคต่างๆ ให้เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับ

3. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.1 การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละของสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน



กลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์เรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้ (1) ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (2) ความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และ (3) ความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยตามโครงการของ PISA พบว่า การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถที่อ่อนที่สุด อาจเนื่องมาจากการสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปมักจะให้ความสำคัญกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนควรต้องรู้ว่าประเด็นปัญหาใดเป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์และประเด็นใดไม่ใช่ และนักเรียนควรต้องรู้จักใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายการสรุปหรือการสื่อสารในสถานการณ์จำลองของชีวิตจริงจึงจะได้ชื่อว่ารู้เรื่องวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนไม่สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่เรียนไปสังเคราะห์ และบูรณาการความรู้ต่างๆ เพื่อทำความเข้าใจธรรมชาติและสังคมรอบตัวที่เป็นวิทยาศาสตร์ได้ นักเรียนไม่สามารถคิดและแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถพัฒนาวิธีคิดและวิเคราะห์แบบมีเหตุผลได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553: 28; 2546: 2) ดังนั้นในการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ควรให้ความสำคัญในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์มาเป็นอันดับแรก

3.2 การพัฒนาความมีเหตุผล จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละของความมีเหตุผลของนักเรียนของนักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน แยกตามองค์ประกอบของความมีเหตุผลเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้ (1) ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิดต่างๆ กับข้อมูลที่เชื่อถือได้ (2) แสดงความคิดเห็น หรือให้คำอธิบายที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเพียงพอ (3) ให้ความสำคัญของการใช้เหตุผล (4) ยอมรับว่าสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นย่อมมีสาเหตุและสามารถอธิบายได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (5) แสวงหาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (6) แสวงหาหลักฐานเชิงประจักษ์จากการสำรวจตรวจสอบเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย และ (7) ยอมรับในความคิดเห็นที่มีหลักฐานสนับสนุนอย่างเพียงพอ ตามลำดับ ดังนั้นในการพัฒนาความมีเหตุผลควรให้ความสำคัญในการยอมรับในความคิดเห็นที่มีหลักฐานสนับสนุนอย่างเพียงพอมาเป็นอันดับแรก

3.3 การศึกษาประสิทธิผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนนี้ที่ส่งผลต่อ

ตัวแปรด้านอื่นๆ จากการสังเกตขณะทดลองนักเรียนคนหนึ่งกล่าวขึ้นว่า “แค่เห็นอุปกรณ์ที่อาจารย์เตรียมมา ก็รู้สึกตื่นเต้นแล้วคะ” แสดงให้เห็นถึงความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ของนักเรียน หรืออีกกรณีหนึ่งคือ “วันนี้หนูขอเป็นคนนำเสนอแนะคะ” แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นอาจส่งผลต่อการนำเสนอผลงานของนักเรียน นอกจากนี้อาจยังส่งผลต่อตัวแปรด้านอื่นๆ เช่น มโนทัศน์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ในด้านอื่นๆ โดยเฉพาะในการโต้แย้งและการสร้างแบบจำลอง นักเรียนจะต้องยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และตัดสินใจเพื่อเลือกข้อโต้แย้งหรือแบบจำลองนั้นๆ ดังนั้นรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้อาจส่งผลด้านความมีใจกว้าง และความเพียรพยายาม เป็นต้น



3.4 การศึกษาประสิทธิผลของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นในสาขาวิชาอื่นๆ เพื่อศึกษาความแตกต่างของผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในสาขาวิชานั้นๆ และนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับผู้เรียนในสาขาวิชาอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544/คณะกรรมการพัฒนาคุณภาพวิชาการกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). **การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา**. เชียงใหม่: โรงพิมพ์เชียงใหม่คอมเมอริเชี่ยล.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2546). **คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2553). **ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2556). **ผลการประเมิน PISA 2012 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร**. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). **นิยามความสามารถของผู้เรียนด้านภาษา ด้านคำนวณ และด้านเหตุผล (Literacy, Numeracy & Reasoning Abilities)**. โครงการประกันคุณภาพการศึกษาและการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). (2556). **รู้จักกับ AEC ในมุมมองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- ศศิธร วิริยะสิรินันท์ ทิศนา แหมมณี และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). **ทฤษฎีและแนวคิดร่วมสมัยเกี่ยวกับการคิดจากประเทศซีกโลกตะวันตก**. ใน ทิศนา แหมมณีและคณะ, **วิทยาการด้านการคิด**, หน้า 26-71, กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- Berland, L. K. and Reiser, B. J. (2009). "Making Sense of Argumentation and Explanation." **Science Education** 93: 26-55.
- Dawson, V. M. and Venville, G. (2010). "Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics." **Research in Science Education** 40: 133-148.
- Gobert, J.D. and Buckley, B. C. (2000). "Introduction to Model-Based Teaching and Learning in Science Education." **International Journal of Science**. 22 (9), 891-894.
- Haney, R. E. (1969). "The Development of Scientific Attitudes." **The Science Teacher** 30: 33-35.



- Harrison, A. G., and Treagust, D. F. (2000). **The particulate nature of matter: Challenges in understanding the submicroscopic world.** In Gilbert J. K., Jong O. D., Justi R., Treagust D. F., & Driel J. H. V. (Eds.), *Chemical education: Towards research-based practice*, 189-212, Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Jimnez-Alexandre, M. P. and Erduran, S. (2007). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research.** Dordrecht, NL: Springer.
- Lind, A. (2008). **Literacy for all: Making a difference.** [Online]. Retrieved June 25, 2014, from: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001597/159785e.pdf>
- Norris, S. P., and Phillips. L. M. (2003). “How Literacy in Its Fundamental Sense Is Central to Scientific Literacy.” **Science Education** 87: 224-240.
- OECD. (2009). **PISA 2009 Assessment Framework Key competencies in reading, mathematics and science.** OECD: Paris.
- Sampson, V., and Clark, D. V. (2009). **The Impact of Collaboration on the Outcomes of Scientific Argumentation Science Education** 93: 448-484.
- Sampson, V. et al. (2010). “Learning to Write in Undergraduate Chemistry: The Impact of Argument-Driven Inquiry.” **Paper presented at the 2010 Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST)**, Philadelphia, PA, March.
- Schwarz, C. V. et al. (2009). “Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners.” **Journal of Research in Science** 46, 632-654.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). “Students’ understanding of the role of scientific models in learning science.” **International Journal of Science Education**, 24 (4), 357-368.
- Walker, J. P. et al. (2010). “Argument-Driven Inquiry: An Instructional Model for Use in Undergraduate Chemistry Labs.” **Paper presented at the 2010 Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST)**, Philadelphia, PA, March.
- Zemba-Saul, C. (2009). “Learning to Teach Elementary school Science as Argument.” **Science Education** 93: 687-719.