

การศึกษาพัฒนาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การประเมินเพื่อการเรียนรู้

A Study of the Development of Ninth Grade Students'
Scientific Argumentation Skills through Assessment for Learning.

ดวงพร ศรีกรินทร์^{*1} สรียา โชติธรรม² อุษณี ลลิตพาสน³
Duangporn Srikarin^{*1} Sareeya Chotitham² Usanee Lalitpasan³

Duangporn.srik@ku.th*

ส่งบทความ 19 เมษายน 2564

แก้ไข 4 พฤษภาคม 2564

ตอบรับ 10 พฤษภาคม 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากใช้การประเมินเพื่อการเรียนรู้ การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre - Experimental Research) ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest - Posttest Design) กลุ่มที่ศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเทพศิรินทร์ จำนวน 1 ห้องเรียน เป็นนักเรียนชายจำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบตามความสะดวก (Convenience Sampling) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะแบบวัดประกอบไปด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์จำนวน 3 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์มีคำถาม 5 ข้อ โดยแต่ละข้อมีจุดมุ่งหมายในการวัดความสามารถในแต่ละองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน เหตุผลสนับสนุน ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป และการโต้แย้งกลับ ข้อคำถามทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80 -1.00 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละและค่าความถี่เพิ่มเติมสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การประเมินเพื่อการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีนักเรียนที่มีพัฒนาการระดับสูงมาก 2 คน (ร้อยละ 6.67) พัฒนาการระดับสูง 10 คน (ร้อยละ 33.33) พัฒนาการระดับกลาง 15 คน (ร้อยละ 50.00) และพัฒนาการระดับต้น 3 คน (ร้อยละ 10.00)

คำสำคัญ: ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์, การประเมินเพื่อการเรียนรู้

¹ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²⁻³ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

¹ Master Degree of Educational Research and Evaluation, Faculty of Education, Kasetsart university

²⁻³ Instructor in Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University

Abstract

The objective of this research was a study of the development of ninth grade students' scientific argument skills after applying the assessment for learning approach. This research is a pre-experimental research, conducting an experiment based on one group pretest - posttest design. The study group was thirty male students in ninth grade studying basic science courses for the first semester of the 2020 academic year by convenience sampling method. The data was collected by using the scientific argumentation skills questionnaire which contains three scientific situations, each situation with five questions. Scientific argumentation skills questionnaire measures the competence of each component of scientific argumentation skills including claim, warrant, evidence, counter claim and rebuttal. All questions have an IOC value between 0.80 -1.00. The data were categorized and then analyzed by using content analysis, mean, standard deviation, percentage and calculated the relative gain score. The results revealed that students' scientific argument skills which studied through Assessment for Learning after studying higher than before studying. There were 2 students with very high-level development (6.67%), 10 students with high-level development (33.33%), 15 students with intermediate development (50.00%), and 3 students with primary development (10.00%).

Keywords: scientific argument skills assessment for learning

บทนำ

เป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยในปัจจุบัน คือ การเตรียมประชาชนให้คิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ วิพากษ์ วิจาร์ณ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่พิสูจน์ได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) ซึ่งนักเรียนทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นบุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553) โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ผู้ริเริ่มโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programmed for International Student Assessment หรือ PISA) ได้ให้ความหมายของบุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ ผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นทางการอภิปรายของคนที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมีการอภิปราย ถกเถียง ตรวจสอบ

วิพากษ์วิจารณ์กันในสังคมผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ (Driver, Newton and Osborne, 2000) โดยเป็นการแสดงความคิดเห็นของบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกันเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ไม่สามารถจะหาข้อสรุปของการถกเถียงได้ (Kuhn and Udell, 2003) เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ได้รับการยอมรับในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของข้อมูลและพยานหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือการลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง ร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลและพยานหลักฐานเข้าด้วยกัน (Lin and Mintzes, 2010) จากผลการประเมิน PISA ของนักเรียนไทยในปี ค.ศ. 2009, 2012, 2015 และ 2018 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 425, 444 , 421 และ 426 คะแนนตามลำดับ ซึ่งผลคะแนนดังกล่าวต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) เมื่อพิจารณาผลการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยในปี 2018 พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป มีเพียง 28.80 % โดย 23.10% อยู่ในระดับที่ 3-4 และมีเพียง 0.70% อยู่

ในระดับ 5-6 ซึ่งความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่มีความซับซ้อนปานกลาง เพื่อระบุบอกประเด็นหรือสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่รู้จักคุ้นเคย สามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยอาศัยตัวชี้นำหรือตัวสนับสนุนที่เหมาะสม สามารถแยกแยะอย่างชัดเจนได้ว่าประเด็นใดเป็นวิทยาศาสตร์ และประเด็นใดไม่เป็นวิทยาศาสตร์ และสามารถระบุประจักษ์พยานเพื่อสนับสนุนคำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ ส่วนระดับที่ 6 คือนักเรียนสามารถบอกความแตกต่างของข้อโต้แย้งได้ว่าข้อโต้แย้งใดมีพื้นฐานบนประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับข้อโต้แย้งใดเป็นความคิดเห็นหรือข้อพิจารณาของผู้อื่น และสามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อประกอบการตัดสินใจได้ (ศูนย์ดำเนินการ PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) จากผลการประเมินสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนไทยส่วนใหญ่มีจุดอ่อนด้านการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการวิเคราะห์คะแนน PISA ของนักเรียนไทย พบว่านักเรียนไทยทำคะแนนในด้านการโน้มน้าวและการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้น้อยที่สุด (ลีอชา ลดาชาติ และโชคชัย ยืนยง, 2559)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์พบว่ามีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (กฤษฎาทองประไพ, 2559) (อัศวิน ณะนะปัด, 2558) การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (อานุภาพ พวงสมจิตร, 2559) แต่ยังคงขาดการประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่ช่วยในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้และเกณฑ์ความสำเร็จ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนไม่ทราบว่าจะในแต่ละคาบนั้นนักเรียนต้องเรียนรู้และแสดงทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ออกมาอย่างไร ถึงจะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ หรือขาดการเน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับ ส่งผลให้นักเรียนไม่ทราบว่าเรียนรู้ได้ดีหรือไม่อย่างไร มีส่วนไหนที่ต้องปรับปรุงพัฒนา และมีแนวทางพัฒนาอย่างไร จะเห็นได้ว่านอกจากจะใช้การเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ในการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์แล้ว การประเมินเพื่อการเรียนรู้เป็นอีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญในการช่วย

พัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพราะการประเมินเพื่อการเรียนรู้เป็นการประเมินศักยภาพและความสามารถของนักเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจและมองเห็นแนวทางการพัฒนาต่อของตนเอง เป็นการประเมินเพื่อสร้างให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในทักษะของตนเองเพื่อที่จะนำความเข้าใจที่เกิดขึ้นไปพัฒนาตัวเองต่อไป (อัฒทวิรินทร์ ธนเดชสาราญพงษ์, 2563) โดยการประเมินเพื่อการเรียนรู้เป็นการประเมินเพื่อวินิจฉัยปัญหาการเรียนปรับปรุงวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อให้เกิดการพัฒนา โดยครูผู้สอนจะต้องให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ เพื่อเป็นการให้ข้อมูลพื้นฐานของการเรียนรู้ เช่น จุดประสงค์ กระบวนการ แหล่งเรียนรู้และภาระงาน รวมถึงวิธีการวัดและเกณฑ์การประเมินผล ครูผู้สอนควรแจ้งก่อนเริ่มสอน เพื่อจูงใจให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีเป้าหมาย และในระหว่างการเรียนหรือหลังการเรียน ครูผู้สอนควรให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลการเรียนรู้ คุณภาพของผลงาน พฤติกรรม เพื่อให้นักเรียนทราบจุดแข็ง จุดอ่อนที่ต้องปรับปรุงแก้ไข นอกจากนี้ครูผู้สอนควรที่จะให้ข้อมูลเพื่อการต่อยอดเพื่อเป็นการให้นักเรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง โดยการชี้แนวทางและวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพิ่มแรงบันดาลใจ ให้กำลังใจในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) จะเห็นได้ว่าการประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning) สามารถใช้ในการติดตาม ประเมินผลและให้สารสนเทศว่านักเรียนมีความก้าวหน้าและมีพัฒนาการในการเรียนรู้อย่างไร นักเรียนจะมีแนวทางในการปรับปรุงหรือพัฒนาวิธีการเรียนรู้ของตนเองอย่างไร และครูผู้สอนจะปรับปรุงวิธีการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนได้อย่างไร

การประเมินเพื่อการเรียนรู้ ได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) เป็นการประเมินนักเรียนตามสภาพจริงของกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน รวมถึงเพื่อระบุและวินิจฉัยปัญหาการเรียนรู้และให้ข้อติชมที่มีคุณภาพแก่นักเรียนเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ให้ดีขึ้น ด้วยวิธีการประเมินที่หลากหลาย มีลักษณะเป็นการประเมินความก้าวหน้า (formative assessment) ของนักเรียน (สร้อยญา จันทร์ชูสกุล, 2561) ซึ่งสอดคล้องกับหลักการประเมินตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 ที่ระบุว่า การวัดและประเมินผล การเรียนรู้ของนักเรียนต้องอยู่บนหลักการพื้นฐาน 2 ประการ คือ การประเมินเพื่อพัฒนานักเรียนและเพื่อ ตัดสินผลการเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) และ สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวัดผลประเมินผล วิทยาศาสตร์ คือ การประเมินเพื่อการปรับปรุง การเรียนรู้ และการประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ดังนั้น การประเมินเพื่อการเรียนรู้จึงเป็น สิ่งจำเป็นที่จะใช้ในการประเมินนักเรียน เพื่อให้ นักเรียน ได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเอง (ลักษณะ อ่อนเอื้อน, 2558) โดยให้นักเรียนมีเป้าหมายของการเรียนรู้ที่เน้น ความก้าวหน้าของความรู้ ไม่ใช่คะแนน (Tomlinson, 2014) ซึ่งการประเมินในระดับชั้นเรียน การสอบ คัดเลือก ตลอดจนการเข้ารับทำงานจะประเมินโดยใช้ แบบทดสอบ (paper and pencil test) เป็นส่วนใหญ่ (พรทิพย์ ไชโยโส, 2546) ทำให้ผลการประเมินดังกล่าว ไม่ได้ให้ข้อมูลที่จะทำให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนา นักเรียน สถานศึกษา หรือหลักสูตร นอกจากนี้ผู้บริหาร และครูส่วนใหญ่เน้นการวัดประเมิน ติดตามและตรวจสอบ คุณภาพการศึกษาโดยใช้คะแนนจากการ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของ การจัดการเรียนรู้ (องอาจ นัยพัฒน์, 2553) อีกทั้ง ครูผู้สอนส่วนใหญ่จะออกแบบการวัดประเมินผล หลังการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นแล้ว ซึ่งผลดังกล่าว มิได้ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง (Black, Harrison, Lee and William, 2002)

จากที่มาดังกล่าวผู้วิจัยจึงทำการวิจัยเพื่อศึกษา พัฒนาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากใช้การประเมิน เพื่อการเรียนรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ ในหน่วย การเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้หลักการประเมินเพื่อ การเรียนรู้ ซึ่งเป็นการประเมินผลที่เชื่อมโยงกับ การจัดการเรียนรู้ การประเมินเพื่อการเรียนรู้จะทำให้ ครูทราบระดับการเรียนรู้ของนักเรียนในสภาพจริงและ นำผลการประเมินไปใช้ในการกำหนดทิศทางและ ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนได้ อย่างมีประสิทธิภาพ (สร้อยญา จันทรชูสกุล, 2561) นอกจากนี้การประเมินเพื่อการเรียนรู้ยังทำให้นักเรียน

ได้ทราบจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้นักเรียน กำหนดทิศทาง การไปสูเป้าหมายของการเรียนรู้ได้ ดี ยิ่งขึ้น (ราชบัณฑิตยสถาน, 2555) และยิ่งส่งเสริมให้ นักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้ในทางบวก เพราะ นักเรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และได้ ประเมินตนเองเพื่อติดตามความก้าวหน้าของตนเอง การประเมินเพื่อการเรียนรู้จึงมุ่งให้นักเรียนเรียนรู้ กระบวนการและวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียน จะต้องมีส่วนร่วมในการกำหนดการเรียนรู้ของตนเอง ด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจาก ใช้การประเมินเพื่อการเรียนรู้

ขอบเขตการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เบื้องต้น (Pre - Experimental Research) ในลักษณะ แผนงานวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน (One group pretest-posttest design)

2. ตัวแปรในการวิจัย

2.1 ตัวแปรต้น คือ การประเมินเพื่อ การเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
2.2 ตัวแปรตาม คือ ทักษะการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 450 คน โรงเรียนเทพศิรินทร์ ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษา ขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดเขตพื้นที่ การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3/7 เป็นนักเรียนชายจำนวน 30 คน ที่ กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียน เทพศิรินทร์ ได้จากการใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบตาม ความสะดวก (Convenience Sampling) โดยเป็น นักเรียนที่ผู้วิจัยสอนและมีความสามารถทางการเรียน

คละกัน

4. ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ช่วงเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม พ.ศ.2563

นิยามศัพท์

การประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล ตีความหลักฐานต่างๆ เกี่ยวกับการเรียนรู้โดยนักเรียนและครู ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้สารสนเทศที่ใช้วินิจฉัย จุดเด่น หรือปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน ปรับปรุงวิธีการเรียนรู้หรือวิธีการทำงานของนักเรียน รวมถึงปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ที่ดำเนินการควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ คือ การที่ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายการเรียนรู้ตั้งแต่แรกก่อนจัดการเรียนการสอนหรือก่อนการทำกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งด้านความรู้ ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้วยภาษาที่นักเรียนเข้าใจง่าย เพื่อให้ นักเรียนทราบและเข้าใจว่ากำลังจะเรียนรู้อะไร เรียนรู้ไปเพื่ออะไร ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนทราบแนวทางการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้ โดยบูรณาการไว้ในชั้นนำของกิจกรรมการเรียนรู้

2. การกำหนดเกณฑ์ความสำเร็จ คือ การวิเคราะห์เป้าหมายการเรียนรู้ของนักเรียนออกมาเป็นพฤติกรรมที่สามารถตรวจสอบว่านักเรียนบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยครูเสนอเกณฑ์ความสำเร็จแก่นักเรียน หรือเกิดจากข้อตกลงร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน โดยบูรณาการไว้ในชั้นนำของกิจกรรมการเรียนรู้

3. การตั้งคำถามที่มีประสิทธิภาพ คือ การใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้น ชี้แนะให้นักเรียนแสดงออกถึงทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง โดยบูรณาการไว้ในชั้นนำและชั้นสอนของกิจกรรมการเรียนรู้

4. การให้นักเรียนประเมินตนเองและ

การประเมินโดยเพื่อน คือ การให้นักเรียนได้ชี้แจงความคิดและความเข้าใจของตนเอง ว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง มีวิธีการเรียนรู้อย่างไร และเรียนรู้ไปเพื่ออะไร และการประเมินโดยเพื่อน เป็นการสะท้อนถึงการเรียนรู้ ความเข้าใจและผลงานของเพื่อน โดยบูรณาการไว้ในชั้นนำของกิจกรรมการเรียนรู้

5. การสะท้อนความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน คือ การที่นักเรียนสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง (self-reflection) ในด้านความรู้ ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ ผ่านการเขียนอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ โดยบูรณาการไว้ในชั้นสรุปของกิจกรรมการเรียนรู้

6. การให้ข้อมูลย้อนกลับ คือ การให้ข้อมูลสารสนเทศแก่นักเรียนเพื่อพัฒนา ปรับปรุงการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในตัวนักเรียน โดยบูรณาการไว้ในชั้นนำชั้นสอน และชั้นสรุปของกิจกรรมการเรียนรู้

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation Skills) หมายถึง ความสามารถในการอภิปราย โต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์ โดยอยู่บนพื้นฐานของความมีเหตุผลอาศัยหลักฐานที่เกิดจากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองมาสนับสนุนข้อโต้แย้งนั้นให้มีความน่าเชื่อถือ

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ คือ

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claims) หมายถึง ความสามารถในการสร้างจุดยืนหรือข้อสรุปที่ต้องการนำเสนอในการโต้แย้งเพื่อโน้มน้าวให้ผู้อื่นยอมรับหรือเห็นด้วยในประเด็นที่กำลังพิจารณา

2. เหตุผลสนับสนุน (Warrant) หมายถึง ความสามารถในการให้หลักการและเหตุผลที่สนับสนุนให้จุดยืนมีความน่าเชื่อถือ สมเหตุสมผล

3. หลักฐาน (Evidence) หมายถึงความสามารถในการนำเสนอข้อมูล หลักฐานเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนจุดยืนให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น โดยหลักฐานได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และมีความน่าเชื่อถือ

4. ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลต่อจุดยืนที่

แตกต่างกันไปจากเดิมที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรก

5. การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายให้เหตุผลเพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือลดลงและตกไปในที่สุด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วยการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ การกำหนดเกณฑ์ความสำเร็จ การตั้งคำถามที่มีประสิทธิภาพ การให้นักเรียนประเมินตนเอง และการประเมินโดยเพื่อน การสะท้อนความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน และการให้ข้อมูลย้อนกลับวิชาวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 แผน แผนละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวมทั้งหมด 18 คาบ ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการการประเมินเพื่อการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์ มีดังตารางที่ 1

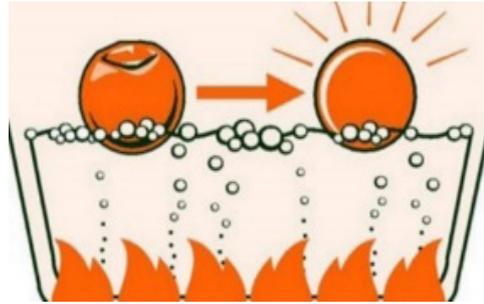
ตารางที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	ประเด็นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
1	โครโมโซม ดีเอ็นเอ ยีน	โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
2	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากหนูขนสีดำกับขนสีขาว
3	การเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์	การเกิดลักษณะความสูงของต้นถั่วในรุ่นลูก
4	การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส	ลำดับขั้นตอนการแบ่งเซลล์
5	ความผิดปกติทางพันธุกรรม	การเลือกให้เด็กเกิดมาตามธรรมชาติหรือยุติการตั้งครรภ์ในเด็กที่มีความผิดปกติทางพันธุกรรม
6	สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	การยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

2. แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Argumentation Skills Questionnaire : ASQ) ใช้วัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีทั้งหมด 3 สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล ทำไมแก้วจึงแตก และเรื่องลูกปิงปอง ในแต่ละสถานการณ์มีคำถาม 5 ข้อ โดยแต่ละข้อมีจุดมุ่งหมายในการวัดความสามารถในแต่ละองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน เหตุผลสนับสนุน ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป และการโต้แย้งกลับ ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 หมายความว่ามีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้วัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ตัวอย่างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลูกปิงปอง

สถานการณ์

เด็กชายสายฟ้าและเด็กชายพายุกำลังเล่นตีลูกปิงปอง ในขณะที่ลูกปิงปองได้ตกลงพื้น และมีเพื่อนเดินผ่านมาเหยียบลูกปิงปอง ทำให้ลูกปิงปองบอบไม่สามารถนำมาเล่นต่อได้ เด็กชายสายฟ้าจึงเสนอวิธีการทำให้ลูกปิงปองกลับมามีรูปร่างกลมเหมือนเดิมด้วยการนำลูกปิงปองไปใส่น้ำร้อน หลังจากผ่านไป 2 นาที ลูกปิงปองก็กลับมามีรูปร่างกลมเหมือนเดิม ดังภาพ



พายุกล่าวว่าความร้อนจากน้ำทำให้อากาศที่อยู่ในลูกปิงปองขยายตัว ดันให้พลาสติกกลับมารูปร่างเดิม แต่สายฟ้าไม่เห็นด้วยและกล่าวว่า การที่ลูกปิงปองกลับมามีรูปร่างกลมได้ เพราะความร้อนจากน้ำทำให้พลาสติกขยายตัวต่างหาก

ข้อคำถาม

1. ข้อกล่าวอ้างของพายุคืออะไร
2. จากคุณสมบัติของลูกปิงปองที่กำหนดให้ข้อใดคือหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของพายุ

คุณสมบัติของลูกปิงปอง

1. ลูกปิงปองทำจากเซลลูลอยด์ (celluloid) ซึ่งเป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติช่วยในการตั้งกระดอนแต่ตีไฟง่าย เมื่อโดนความร้อนจะอ่อนตัวลง

2. ภายในลูกปิงปองมีการอัดแก๊สไว้เพื่อช่วยในการตั้งให้ดีขึ้น

3. ลูกปิงปองมีลักษณะกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร น้ำหนัก 2.7 กรัม

3. หลักฐานที่นักเรียนนำเสนอในข้อ 2 สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของพายุ อย่างไร

4. สายฟ้ามีความคิดเห็นต่างจากพายุอย่างไร และสายฟ้ามีเหตุผลอย่างไรจึงคิดเช่นนั้น

5. ถ้านักเรียนเป็นพายุ นักเรียนจะได้แย้งความคิดของสายฟ้าอย่างไร เพื่อให้ความคิดของสายฟ้านั้น

ตกไป

เกณฑ์การให้คะแนน

	ระดับ คะแนน	เกณฑ์	แนวคำตอบ
ข้อกล่าวอ้าง (Claims)	1	ระบุข้อกล่าวอ้างของพายุ เกี่ยวกับการ ขยายตัวของอากาศทำให้ลูกโป่งมี รูปร่างกลับมาสภาพเดิม	ความร้อนทำให้อากาศที่อยู่ในลูกโป่ง ขยายตัว ดันให้ลูกโป่งกลับมาสภาพเดิม
	0	ระบุคำตอบไม่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้าง ของพายุ หรือ ไม่ตอบ	- ลูกโป่งบวม - คือคำพูดกล่าวอ้าง
หลักฐาน สนับสนุน (Evidence)	1	เลือกตัวเลือกที่ 2	-
	0	เลือกตัวเลือกที่ 1,3 หรือไม่ตอบ	-
เหตุผล สนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	3	ให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลในเรื่องการ ขยายตัวของอากาศเมื่อได้รับความร้อน ถูกต้องสมบูรณ์	ในลูกโป่งมีอากาศ เมื่ออากาศได้รับ ความร้อนจากน้ำจะทำให้ อากาศที่อยู่ภายใน ลูกโป่งขยายตัว ทำให้เกิดแรงดันสูงขึ้น ดันผนังของลูกโป่งให้กลับมาสภาพเดิม
	2	ให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลในเรื่องการ ขยายตัวของอากาศเมื่อได้รับความร้อน ถูกต้องบางส่วน	ในลูกโป่งมีอากาศ เมื่ออากาศได้รับ ความร้อนจะเกิดการขยายตัว ทำให้ผนังของ ลูกโป่งให้กลับมาสภาพเดิม
	1	ตอบทวนข้อกล่าวอ้างและ/หรือ หลัก ฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	น้ำร้อนทำให้ลูกโป่งพองตัว
	0	ให้เหตุผลที่ไม่สมเหตุสมผล หรือ ไม่ตอบ	น้ำร้อนเข้าไปในลูกโป่งทำให้ลูกโป่ง พองตัว
ข้อกล่าว อ้างที่ต่าง ออกไป (Counter claim)	2	ระบุข้อกล่าวอ้างของสายฟ้าและระบุ เหตุผลสนับสนุนได้ (Note:เหตุผลที่นักเรียนระบุอาจไม่ถูกต้อง ตามหลักวิทยาศาสตร์)	ความร้อนจากน้ำทำให้พลาสติกขยายตัว เนื่องจากวัตถุใดๆเมื่อได้รับความร้อนจะเกิด การขยายตัว
	1	ระบุข้อกล่าวอ้างของสายฟ้าแต่ไม่ระบุ เหตุผลสนับสนุน	ความร้อนทำให้พลาสติกขยายตัว
	0	ระบุคำตอบไม่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้าง ของสายฟ้าหรือไม่ระบุข้อกล่าวอ้างและ เหตุผลสนับสนุนได้	แรงดันน้ำทำให้ลูกโป่งกลับสู่สภาพเดิม

	ระดับ คะแนน	เกณฑ์	แนวคำตอบ
การโต้แย้ง กลับ (Rebuttal)	2	อธิบายหลักการ หรือนำเสนอหลักฐานเพิ่มเติม ที่สามารถหักล้างเหตุผลหรือข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป หรือหมดความน่าเชื่อถือลง	พลาสติกที่ทำลูกปิงปองนี้มีคุณสมบัติคือ เมื่อโดนความร้อนจะอ่อนตัวลงเท่านั้น ไม่ได้ขยายตัวกลับสู่สภาพกลมเช่นเดิม
	1	อธิบายหลักการ หรือนำเสนอหลักฐานเพิ่มเติมได้ แต่ไม่สามารถหักล้างเหตุผลหรือข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปให้หมดความน่าเชื่อถือลง	- การที่พลาสติกขยายตัวไม่ได้ทำให้ลูกปิงปองกลับมาที่เดิมแต่อาจทำให้แตกได้ การที่แก๊สภายในขยายตัวต่างหากทำให้แก๊สดันพลาสติกกลับรูปแบบเดิม - นักเรียนตอบประเด็นอื่นเกี่ยวกับอุณหภูมิของน้ำ ชนิดของพลาสติก
	0	ไม่สามารถอธิบายหลักการ หรือนำเสนอหลักฐานเพิ่มเติม ที่สามารถหักล้างเหตุผลหรือข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป หรือหมดความน่าเชื่อถือลง หรือไม่ตอบ	- ให้อธิบายว่าลูกปิงปองอัดแก๊ส - ไปหาคนช่วยตัดสิน - ลูกปิงปองทำจากเซลลูโลยด์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยชี้แจงบทบาทหน้าที่ของผู้วิจัยซึ่งมีหน้าที่เป็นผู้ทำการทดลองดำเนินการจัดการเรียนรู้ ทดสอบและเก็บข้อมูลจากนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้และให้ข้อมูลกับผู้วิจัย

2. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Argumentation Skills Questionnaire: ASQ) จำนวน 3 สถานการณ์ ได้แก่ การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล, ทำไมแก้วจึงแตก และเรื่องลูกปิงปอง และบันทึกผลการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้

3. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วยการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ การกำหนดเกณฑ์ความสำเร็จ การตั้งคำถามที่มีประสิทธิภาพ การให้นักเรียนประเมินตนเอง และการ

ประเมินโดยเพื่อน การสะท้อนความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน และการให้ข้อมูลย้อนกลับ จำนวน 6 แผน แผนละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวมทั้งหมด 18 คาบ

4. หลังจากจัดการเรียนรู้ครบจำนวน 18 คาบ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้ง (Argumentation Skills Questionnaire: ASQ) จำนวน 3 สถานการณ์ ได้แก่ การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล, ทำไมแก้วจึงแตก และเรื่องลูกปิงปอง และบันทึกผลการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

5. ผู้วิจัยนำผลการทดสอบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์และสรุปทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. นำข้อมูลทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังทดลองใช้การประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่ได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ โดยการอ่านคำตอบของนักเรียนในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยข้อคำถาม 5 ข้อ แต่ละข้อวัดองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง คะแนนเต็ม 1 คะแนน 2) หลักฐานสนับสนุน คะแนนเต็ม 1 คะแนน 3) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คะแนนเต็ม 3 คะแนน 4) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป คะแนนเต็ม 2 คะแนน 5) การโต้แย้งกลับ คะแนนเต็ม 2 คะแนน จึงทำให้ 1 สถานการณ์มีคะแนนเต็ม 9 คะแนน รวมคะแนนทั้ง 3 สถานการณ์ เท่ากับ 27 คะแนน

2. นำคะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3. วิเคราะห์พัฒนาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมและรายองค์ประกอบโดยนำคะแนนจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มาคำนวณคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2557) โดยใช้สูตรดังนี้

$$S = \frac{100 (Y - \bar{X})}{F - X}$$

เมื่อ	S	คือ คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์
	F	คือ คะแนนเต็มของการวัดครั้งแรกและครั้งหลัง
	X	คือ คะแนนการวัดครั้งแรก
และ	Y	คือ คะแนนการวัดครั้งหลัง

นำคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์เทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

76 -100	คะแนน หมายถึง พัฒนาการระดับสูงมาก
51-75	คะแนน หมายถึง พัฒนาการระดับสูง
26-50	คะแนน หมายถึง พัฒนาการระดับกลาง
1-25	คะแนน หมายถึง พัฒนาการระดับต้น
0	คะแนน หมายถึง ไม่มีพัฒนาการ
คะแนนติดลบ	คะแนน หมายถึง พัฒนาการลดลง

4. นับความถี่และหาร้อยละระดับพัฒนาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบและในภาพรวม

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาพัฒนาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากใช้การประเมินเพื่อการเรียนรู้ โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 3 สถานการณ์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และหาระดับพัฒนาการโดยคำนวณคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) ได้ผลดังตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (n=30)

การทดลอง	คะแนน				
	เต็ม	\bar{X}	S.D.	สูงสุด	ต่ำสุด
ก่อนการจัดการเรียนรู้	27	8.30	3.75	18	1
หลังการจัดการเรียนรู้	27	17.30	2.96	25	12

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 8.30 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 17.30 คะแนน

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละระดับพัฒนาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ระดับพัฒนาการ	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
พัฒนาการระดับสูงมาก	2	6.67
พัฒนาการระดับสูง	10	33.33
พัฒนาการระดับกลาง	15	50.00
พัฒนาการระดับต้น	3	10.00
ไม่มีพัฒนาการ	0	0.00
ลดลง	0	0.00

จากตารางที่ 3 พบว่าทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกคนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้น โดยมีนักเรียนที่มีพัฒนาการระดับสูงมาก 2 คน (ร้อยละ 6.67) พัฒนาการระดับสูง 10 คน (ร้อยละ 33.33) พัฒนาการระดับกลาง 15 คน (ร้อยละ 50.00) พัฒนาการระดับต้น 3 คน (ร้อยละ 10.00)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 3 สถานการณ์ ในองค์ประกอบต่างๆ ของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของ ทักษะการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	ข้อกล่าวอ้าง (คะแนนเต็ม 3)		หลักฐาน สนับสนุน (คะแนนเต็ม 3)		เหตุผลสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (คะแนนเต็ม 9)		ข้อกล่าวอ้างที่ ต่างออกไป (คะแนนเต็ม 6)		การโต้แย้งกลับ (คะแนนเต็ม 6)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
\bar{X}	2.33	3.00	0.97	2.13	2.30	6.43	1.87	3.13	0.87	2.60
<i>S.D.</i>	0.96	0.00	1.00	0.43	1.78	1.52	1.01	1.38	0.90	1.40

จากตารางที่ 4 คะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์พบว่า ทุกองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้มากกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ข้อกล่าวอ้าง คะแนนเต็ม 3 คะแนน คะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 2.33 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 3.00 คะแนน

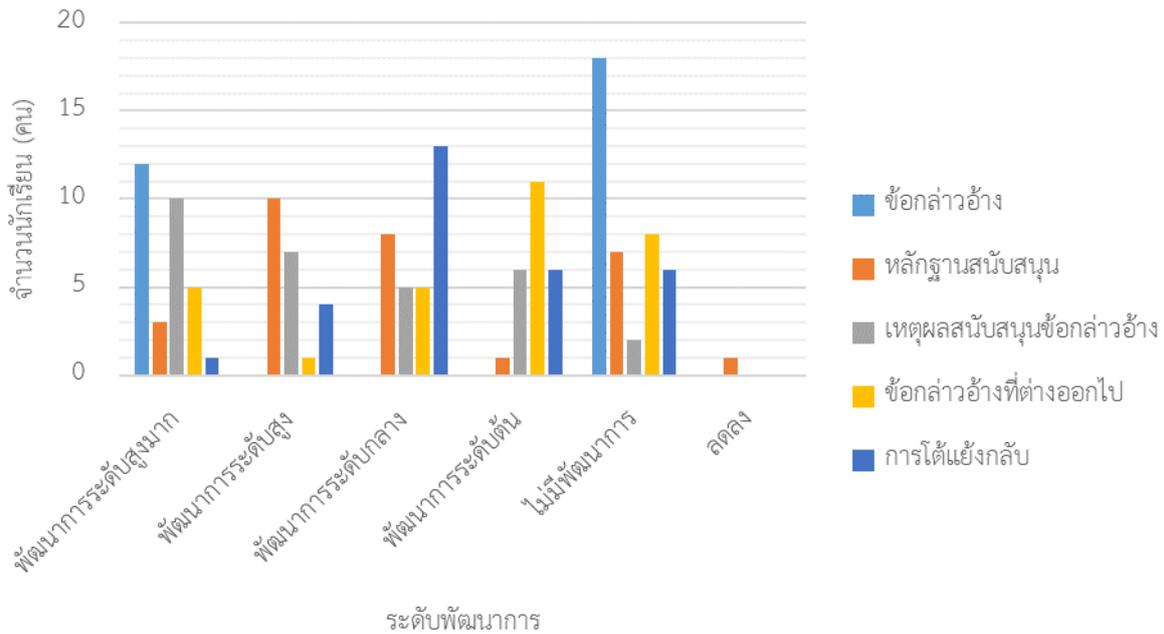
องค์ประกอบที่ 2 หลักฐานสนับสนุน คะแนนเต็ม 3 คะแนน คะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 0.97 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 2.13 คะแนน

องค์ประกอบที่ 3 เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คะแนนเต็ม 9 คะแนน คะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 2.30 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 6.43 คะแนน

องค์ประกอบที่ 4 ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป คะแนนเต็ม 6 คะแนน คะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 1.87 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 3.13 คะแนน

องค์ประกอบที่ 5 การโต้แย้งกลับ คะแนนเต็ม 6 คะแนน คะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 0.87 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 2.60 คะแนน

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์พัฒนาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนโดยนำคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สถานการณ์มาคำนวณคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) และนำคะแนนมาเทียบระดับพัฒนาการได้ผลดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 จำนวนนักเรียนที่มีระดับพัฒนาการในองค์ประกอบต่าง ๆ ของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

จากภาพที่ 1 พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ หลังจากใช้การประเมินเพื่อการเรียนรู้ โดยองค์ประกอบที่ 1 ข้อกล่าวอ้าง นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก จำนวน 12 คน (ร้อยละ 40.00) ไม่มีพัฒนาการมากที่สุด จำนวน 18 คน (ร้อยละ 60.00) องค์ประกอบที่ 2 เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง มากที่สุด จำนวน 10 คน (ร้อยละ 33.30) องค์ประกอบที่ 3 หลักฐาน (Evidence) นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก มากที่สุด จำนวน 10 คน (ร้อยละ 33.30) องค์ประกอบที่ 4 ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับต้นมากที่สุด จำนวน 11 คน (ร้อยละ 36.70) และ องค์ประกอบที่ 5 การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับกลางมากที่สุด จำนวน 13 คน (ร้อยละ 43.30)

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการประเมินเพื่อการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการประเมินเพื่อการเรียนรู้ จากคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 8.30 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 17.30 คะแนน โดยนักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก 2 คน (ร้อยละ 6.67) พัฒนาการระดับสูง 2 คน (ร้อยละ 6.67) พัฒนาการระดับกลาง 10 คน (ร้อยละ 33.33) พัฒนาการระดับต้น 16 คน (ร้อยละ 53.33) แสดงให้เห็นว่าการประเมินเพื่อการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจาก

การประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนำมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนทราบเป้าหมายและเกณฑ์ความสำเร็จของการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเรียนรู้จบในแต่ละแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองว่าเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ จากการการสะท้อนความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน สอดคล้องกับ Qualifications and Curriculum Authority (2006) กล่าวว่า หากผู้เรียนเข้าใจในเป้าหมายการเรียนรู้ และเกณฑ์ความสำเร็จ จะช่วยให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเองได้ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพและการให้ข้อมูลย้อนกลับ ส่งเสริมให้

นักเรียนมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพของนักเรียน โดยการใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพช่วยกระตุ้นความคิด ทำให้นักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองได้ ช่วยให้นักเรียนแสดงออกถึงพัฒนาการการเรียนรู้ของตนเอง ช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจนำไปสู่การหาคำตอบ เกิดกระบวนการอภิปรายโต้แย้งเพื่อให้ได้ข้อสรุปซึ่งตรงกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ (The Partnership Management Board, 2007) สอดคล้องกับ Jones (2005) กล่าวว่า ครูตั้งคำถามแก่นักเรียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการการคิดค้นหาคำตอบและช่วยให้ครูทราบระดับการเรียนรู้ของนักเรียนอีกด้วย โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคู่จับกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 คน ทำการอภิปรายโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ การอภิปรายกลุ่มย่อยจะช่วยให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผลที่มีคุณภาพมากขึ้น (Sadler and Donnelly, 2006) โดยขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ผู้วิจัยคอยเดินสังเกตการทำงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มและให้คำชี้แจงและคำแนะนำเมื่อนักเรียนแสดงทักษะการโต้แย้งได้ดี และบอกข้อเสนอแนะเมื่อนักเรียนยังแสดงพฤติกรรมทักษะการโต้แย้งไม่ดีเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ซึ่งในช่วงแรกๆของการวิจัย นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม ผู้วิจัยจึงสร้างความเข้าใจและบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนสบายใจ กล้าที่จะตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น ชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าไม่ต้องกลัวการตอบคำถาม หากตอบผิดจะไม่มีโทษหรือตำหนิใดๆทั้งสิ้น นักเรียนทุกคนสามารถตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น ความรู้ของนักเรียนได้อย่างเต็มที่ สอดคล้องกับ Northern Ireland Curriculum (2007) ที่กล่าวว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) จะเกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของภาระงาน อาจใช้การพูด การเขียน เพื่ออธิบายแนวทางแก้ไขข้อผิดพลาด หรือข้อบกพร่องเป็นรายบุคคล รายกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนนำไปปรับปรุงให้ภาระงานมีคุณภาพที่ดีขึ้น และเมื่อนักเรียนโต้แย้งใน

กลุ่มย่อยเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายงานการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นให้เพื่อนต่างกลุ่มทำการประเมินรายงานการโต้แย้งเกี่ยวกับจุดเด่น และจุดที่ควรปรับปรุงพร้อมลงชื่อผู้ประเมิน จากนั้นส่งกลับคืน เพื่อให้นักเรียนทราบผลการประเมินจากเพื่อน จากนั้นผู้วิจัยทำการประเมินและให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการเขียนรายงานการโต้แย้งเป็นรายบุคคลด้วยการเขียนและนำมาอภิปรายในชั้นเรียนในครั้งต่อไป เพื่อให้นักเรียนรับทราบผลการประเมิน ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาทักษะการโต้แย้งต่อไป ซึ่งผู้วิจัยพบว่า การให้นักเรียนได้ประเมินเพื่อนเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพราะการที่นักเรียนจะประเมินเพื่อนได้นั้น นักเรียนต้องเข้าใจวิธีและเกณฑ์การประเมินเสียก่อนจึงจะประเมินผู้อื่นได้ นอกจากนี้ผลการประเมินของเพื่อนยังเป็นอีกแหล่งข้อมูลนอกเหนือจากการประเมินตนเอง และการประเมินจากครู ที่นักเรียนสามารถนำผลการประเมินที่ได้จากเพื่อนไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาตนเองได้ สอดคล้องกับ Florez and Sammons (2013) ที่กล่าวว่า การประเมินตนเองและการประเมินเพื่อนร่วมชั้นเรียนจะช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในหลายด้าน เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นต้น

โดยสรุป การศึกษาพัฒนาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากใช้แนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วยการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ การกำหนดเกณฑ์ความสำเร็จ การตั้งคำถามที่มีประสิทธิภาพ การให้นักเรียนประเมินตนเอง และการประเมินโดยเพื่อน การสะท้อนความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน และการให้ข้อมูลย้อนกลับ พบว่านักเรียนทุกคนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้น และเมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการที่ดีขึ้นในทุกองค์ประกอบ แต่มีนักเรียนบางส่วนไม่มีพัฒนาการ ซึ่งนอกจากสาเหตุที่กล่าวมาแล้ว อาจมีสาเหตุมาจากนักเรียนบางส่วนต้องใช้เวลาในการพัฒนาทักษะการ

โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนคนอื่นๆ เพราะทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องใช้เวลาในการพัฒนาและฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ก่อนการจัดการเรียนรู้ควรหาตัวอย่างสถานการณ์หรือคลิปวิดีโอการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียนได้ศึกษาถึงกระบวนการโต้แย้งและทำความเข้าใจในแต่ละองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากในช่วงแรกของการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้อธิบายความหมายของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบให้นักเรียนทราบแล้ว แต่มีนักเรียนบางคนที่ไม่เข้าใจนิยามความหมายของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 องค์ประกอบ และแนวทางการโต้แย้ง

2. ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังตอบหรือแสดงทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้องในประเด็นเดิมที่ผู้วิจัยเคยให้ข้อมูลย้อนกลับไปแล้ว ซึ่งอาจเกิดจากนักเรียนไม่เข้าใจการให้ข้อมูลย้อนกลับหรือไม่ได้สนใจข้อมูลที่ผู้วิจัยให้กลับไปมากนัก ดังนั้นอาจต้องเรียกพบนักเรียนเป็น

รายบุคคลเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลย้อนกลับ และอธิบายให้เข้าใจเพิ่มเติม

3. ควรจัดกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาส่งเสริมการสืบค้นข้อมูลของนักเรียนในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมอภิปรายโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้วิจัยพบว่าในกิจกรรมการโต้แย้งบางกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง และนำข้อมูลนั้นมาใช้ในการโต้แย้งบางข้อมูลที่นักเรียนนำมาโต้แย้งยังไม่มีน้ำหนัก ไม่น่าเชื่อถือหรือไม่เป็นเหตุผลทางวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับข้อมูลที่ผู้วิจัยได้เตรียมไว้ให้ใช้สำหรับการโต้แย้ง

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ในการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าองค์ประกอบด้านการสร้างข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปและการโต้แย้งกลับยังพัฒนาได้ในระดับต้น ดังนั้นควรวิจัยศึกษาถึงสาเหตุที่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนา และวิธีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างข้อกล่าวอ้างและการโต้แย้งกลับในการวิจัยครั้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กฤษญา ทองประไพ. (2559). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. ปรินญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กฤษณะ อ่อนเอื้อน. (2558). แนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 16(2), 1-14.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- พรทิพย์ ไชยโส. (2546). หลักการและแนวทางในการวัดและประเมินผล. 60 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: ประมวลบทความทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ พีเอส พรินท์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- ลือชา ลดาชาติ และโชคชัย ยืนยง. (2559). สิ่งที่ครูวิทยาศาสตร์ไทยควรเรียนรู้จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ. วารสารปาริชาติ, 28(2), 108-137.
- ศิริชัย กาญจนาวสี. (2557). การคำนวณคะแนนพัฒนาการ (Gain Score). สารสมาคมวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย, 1(1), 1-20.
- ศูนย์ดำเนินการ PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

- สร้อยญา จันทร์ชูสกุล. (2561). แนวคิด หลักการ และยุทธวิธีการประเมินผลเพื่อการเรียนรู้. *วารสารการวัดผล การศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 24(1), 14-28.
- อัมพวิรินทร์ ธนเดชสารอุพงษ์. (2563). *การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (AFL)*. [ออนไลน์]. ได้จาก: https://inskr.com/idea/-M1_LCTzqfPOnRTrV1oI [สืบค้นเมื่อ วันที่ 1 เมษายน 2564].
- อัศวิน ณะนะปัด. (2558). *การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ ทรัพยากรธรรมชาติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อานภาพ พ่วงสมจิตร. (2559). *การศึกษาทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2553). *การออกแบบการวิจัย: วิธีเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพ และผสมผสานวิธีการ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. & Wiliam, D. (2002). *Working inside the black box: Assessment for learning in the classroom*. London, UK: King's College London School of Education.
- Driver, R., Newton P., and Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.
- Florez, M.T. & Sammons P. (2013). *Assessment for learning: Effects and Impact*. Reading: CFBT Education Trust.
- Jones, C. A. (2005). *Assessment for Learning, Learning and Skills Development Agency*. [Online], Available form <http://dera.ioe.ac.uk/7800/1/AssessmentforLearning.pdf> [accessed 15 November 2020].
- Kuhn, D. & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245-1260.
- Lin, S.S. & Mintzes, J. J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issue: the effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993-1018.
- Northern Ireland curriculum. (2007). *Assessment for learning for key stage 1&2*. A PMB Publication.
- OECD. (2018). *PISA 2015 Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools*. [Online]. Paris: OECD Publishing. Available from: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264267510-en> [accessed 1 December 2020].
- Qualifications and Curriculum Authority (QCA). (2006). *Assessment for learning Rethinking Classroom Assessment with Purpose in Mind*. [Online]. Canada: Manitoba Education. Available from: <http://www.edu.gov.mb.ca/k12/assess/wncp> [accessed 15 June 2020].
- Sadler, T. D. & Donnelly, L. D. (2006). Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463-1488.
- The Partnership Management Board. (2007). *Assessment for learning for key stages 1&2*. Belfast: A PMB Publication.
- Tomlinson, C. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners*. 2nd ed. Alexandria, VA: ASCD.