

การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยาน
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง*

THE DEVELOPMENT INTERPRET DATA AND EVIDENCE
SCIENTIFICALLY COMPETENCY OF GRADE 11TH STUDENT BY USING
ARGUMENT - DRIVEN INQUIRY MODEL

จารุนันท์ พากักดี

Jarunun Phapakdee

สุมาลี ชุกำแพง

Sumalee Chookhampaeng

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Maharakham University, Thailand

E-mail: 61010556003@msu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างน้อยร้อยละ 70 ของผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีปัญหาคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 17 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 9 แผน 13 ชั่วโมง 2) แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3) แบบสังเกต และ 4) แบบบันทึกอนุทิน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) จากการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่านักเรียนมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 54.90 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 64.70 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.47 โดยจะพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด 2) นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการแปล

* Received 25 June 2020; Revised 29 July 2020; Accepted 9 October 2020



ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 วงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 41.17 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 16 คนคิดเป็นร้อยละ 94.11 โดยพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด

คำสำคัญ: การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง, สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้

Abstract

The objectives of this research article were to develop the Interpret Data and Evidence Scientifically Competency of Grade 11 student that pass the criterion of 70 percent of full score, in order to pass the criterion of 70 percent of students using argument - driven inquiry model. Target group consisted of 17 students who has a Interpret Data And Evidence Scientifically Competency problem. The research instrument were 1) 9 lesson plans using argument - driven inquiry model 2) Interpret Data And Evidence Scientifically test 3) student's learning behavior observation forms 4) student's learning experience recording forms. The results were as follows: 1) The Interpret Data And Evidence Scientifically Competency of grade 11th student after learning with argument - driven inquiry model. showed that the students Interpret Data And Evidence Scientifically Competency mean scores in the first, the second, and the third cycles were 54.90, 64.70, and 76.47 percent respectively. It obviously be seen that the students' mean score passed the criteria in the third cycles. 2) The number of students that had mean score of Interpret Data And Evidence Scientifically competency passed the criterion of 70 percent of full score in the first, the second, and the third cycle had 2 students (11.76%), 7 students (41.17%), and 16 students (94.11%), respectively. It could be seen that the number of students passed the criteria in third cycle.

Keywords: Argument - Driven Inquiry Model, Interpret Data and Evidence Scientifically Competency, Learning Management



บทนำ

ในโลกปัจจุบันความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมเยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิต และมีส่วนร่วมในสังคมที่วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานโดยส่งผลกระทบต่อทุกชีวิตในทุกระดับ ทั้งตัวบุคคล อาชีพการงาน และในสังคมวัฒนธรรมของทุก ๆ ชีวิตทำให้บุคคลสามารถรับรู้ และตัดสินใจประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างมีความรู้ความเข้าใจมีส่วนร่วมในสังคมระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลกอย่างเต็มความภาคภูมิใจ เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือการทำให้นักเรียนทุกคนมีความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งรวมถึงความรู้มิติต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ ความรู้ความสามารถทางสติปัญญา กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีด้วย (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551)

การรู้วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญเนื่องจากการรู้วิทยาศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลที่จะเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง (OECD, 2013) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการตั้งคำถาม ค้นหาการแก้ไขปัญหา อีกทั้งยังมีความสามารถในการสืบเสาะ วิเคราะห์ ตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และถูกต้องรวมไปถึงการตัดสินใจโดยใช้การโต้แย้งจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผล (Holbrook, J. & Rannikmae, M., 2007) ตัวชี้วัดประการหนึ่งที่สำคัญว่าเยาวชน หรือนักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์คือ นักเรียนต้องมีความสามารถ 3 ประการ ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งกำหนดโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) (OECD, 2012) ดังนั้นการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถดังกล่าวจึงเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันสำหรับความสามารถในการแปลความหมาย ข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่ผู้วิจัยสนใจในการศึกษารุ่นนี้หมายถึงความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำถามหรือข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ นอกจากนี้ยังต้องสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นในการใช้ชีวิตของนักเรียนในปัจจุบัน หากนักเรียนขาด



สมรรถนะนี้ก็ขาดความสามารถพื้นฐานในด้านต่าง ๆ และทำให้มีข้อจำกัดในการใช้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

จากการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังคงไม่เป็นที่น่าพอใจตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000, 2003, 2006, 2009, 2012 และ 2015 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานซึ่งองค์การเพื่อความร่วมมือ และพัฒนาทางเศรษฐกิจกำหนดไว้ที่ 501 คะแนน โดยนักเรียนไทยได้คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ย 436, 429, 421, 425, 444 และ 421 ตามลำดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ซึ่งผลการประเมินของโครงการ PISA ในปี ค.ศ. 2015 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนด้านสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับนักเรียนในต่างประเทศ

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตห้องเรียนพบว่านักเรียนส่วนมากยังไม่สามารถ วิเคราะห์ข้อมูล แปลผลข้อมูล ระบุนิยามพื้นฐาน หลักฐานและการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ รวมไปถึงไม่มีการกล่าวอ้างหลักฐานที่นำมาสนับสนุนข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้ ซึ่งผู้วิจัยนำแบบทดสอบจากงานวิจัยของ (จิรารัตน์ แสงศร, 2560) จัดทำขึ้นโดยเป็นแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 16 ข้อ 20 คะแนน มาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคามที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2562 จำนวน 28 คน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมของสมรรถนะด้านนี้เท่ากับ 10.57 ของคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.85 เมื่อนำคะแนนที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่ามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 11 คน และมีนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 17 คน ซึ่งนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองวิธีการที่ใช้ร่วมกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แล้วสามารถสนับสนุนให้นักเรียนมีการสร้างความรู้และได้ลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นคือ การโต้แย้ง ซึ่งการโต้แย้งเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เพราะการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งของนักเรียนเป็นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยการสร้างความรู้และแสดงเหตุผลข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น (Berland, L.K. & McNeill, K.L., 2009) โดยความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจและทักษะการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้ 1) บุคคลต้องใช้ความรู้หรือโครงสร้างมโนทัศน์ (Conceptual Structure) ได้แก่ ทฤษฎี กฎการรวมมโนทัศน์เข้าด้วยกัน และใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) มาให้เหตุผลเกี่ยวกับประเด็นปัญหาต่าง ๆ 2) บุคคลต้องรู้



และใช้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีธรรมชาติ และการสร้างองค์ความรู้ของวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนา และประเมินค่าข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น 3) บุคคลต้องมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางสังคมในรูปแบบการสื่อสารการอธิบายการโต้แย้งและการอภิปรายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Sampson et al, 2011) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับวิธีการโต้แย้งจึงมีความสำคัญในการนำนักเรียนไปสู่จุดประสงค์ที่ต้องการทั้งทางด้านความรู้ ด้านคุณลักษณะ และด้านทักษะกระบวนการ รวมถึงเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้นั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาและพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถที่จะกระตุ้นและพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียนได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างน้อยร้อยละ 70 ของผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการวิจัยในรูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ที่มีคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องระบบย่อยอาหารจำนวน 9 แผน รวมทั้งสิ้น 13 ชั่วโมง

2.2 แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ชุด ชุดละ 5 ข้อ ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย (เขียน - ตอบอิสระ) โดยทดสอบเมื่อ



สิ้นสุดการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

2.3 แบบบันทึกอนุทิน เป็นแบบบันทึกที่ให้นักเรียนเขียนหลังการจัดการเรียนรู้เสร็จในแต่ละวงจรการจัดการเรียนรู้

2.4 แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน เป็นแบบสังเกตที่ใช้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนถึงการแสดงออกการมี สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้สังเกตในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน

3.1.1 สำนวสสภาพปัญหาของผู้เรียนรวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน และทำการทดสอบความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อหา กลุ่มเป้าหมายในการทำวิจัย

3.1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ การสร้างเครื่องมือวิจัย และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

3.1.3 สร้างเครื่องมือวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจำนวน 9 แผน แบบสังเกต แบบบันทึกอนุทิน แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

3.2 ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการการเรียนการสอน

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องการย่อยอาหาร ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะประกอบด้วยเนื้อหาสาระที่แตกต่างกัน

3.3 ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต

3.3.1 สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน และทำการบันทึกลงในแบบสังเกตที่สร้างขึ้นเมื่อจบแผนการสอนในแต่ละแผน

3.3.2 นักเรียนบันทึกข้อมูลลงแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน เมื่อจบแผนการสอนในแต่ละแผน



3.3.3 นำแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์
ในเชิงวิทยาศาสตร์มาทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอนครบ
ทุกแผนในแต่ละวงรอบ

3.4 ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาในด้านปริมาณ และคุณภาพเพื่อ
ประเมินผล และตรวจสอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรวมถึงกระบวนการวิจัยพบว่า
เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ หากไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้จะต้องหา
แนวทางเพื่อให้ได้แนวทางการพัฒนาปรับปรุงจากแบบสังเกตสังเกต หรือแบบบันทึกอนุทินของ
นักเรียน เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการดำเนินการวิจัยในวงรอบต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ประเภท

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์
คะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์มาเทียบกับ
เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มมาวิเคราะห์จำนวนผู้ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ดังกล่าวโดยใช้ค่า
ร้อยละ และนำผลที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 70 ของผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ
70 ของคะแนนเต็ม

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ การนำข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกต
พฤติกรรม และแบบบันทึกอนุทินจากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน นำมาวิเคราะห์ ตีความและ
สรุปผลในรูปของการบรรยาย

ผลการวิจัย

นักเรียนมีคะแนนรวมสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน
เชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์
พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
54.90 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และพบว่ามียกเว้นนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน
2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ของผู้เรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็น
ร้อยละ 64.70 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และพบว่ามียกเว้นนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 41.17 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็น
ร้อยละ 76.47 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งมีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน
16 คน คิดเป็นร้อยละ 94.11 ของผู้เรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการแปล
ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์



ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3 เพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ เมื่อเขียนกราฟแสดงพัฒนาการของร้อยละของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการแสดง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ร้อยละคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน
ในเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3 สูงขึ้นตามลำดับหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง.

อภิปรายผล

วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนรวมสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 54.90 โดยคะแนนอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ของผู้เรียน ซึ่งนักเรียนส่วนมากไม่สามารถระบุข้อสันนิษฐาน เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ แยกแยะข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ แต่อย่างไรก็ตามในวงรอบนี้นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ สามารถวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เห็นความสำคัญ



ในขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล และขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกการแปลงข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อาทิการสังเกตและจดบันทึกข้อมูลในรูปของตารางที่นักเรียนออกแบบเอง การนำเสนอผลการสังเกตด้วยรูปแบบต่าง ๆ เพื่อสื่อข้อมูลให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนเข้าใจ เมื่อเกิดการฝึกฝนเช่นนี้ จึงส่งผลให้เกิดการพัฒนาเรื่องทักษะการแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ และทักษะวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Walker, J. P. & Sampson, V., 2013) ที่กล่าวว่าขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวจะช่วยให้นักเรียนได้แปลความข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้จากการทดลอง รวมถึงช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการวิเคราะห์และแปลความข้อมูล โดยมีการนำเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ร่วมด้วย และจากการที่นักเรียนไม่สามารถระบุข้อสันนิษฐาน เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ แยกแยะข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ อาจเป็นเพราะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนยังไม่เข้าใจในหลักการสร้างข้อโต้แย้ง ซึ่งในขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้ร่วมกันประเมินข้อมูลว่า ข้อมูลใดเป็นหลักฐานที่น่าเชื่อถือ และสร้างข้อสรุปที่มีความสอดคล้อง ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ ส่งผลให้การเสนอข้อคิดเห็นของนักเรียนยังไม่เป็นข้อโต้แย้ง และไม่สามารถอธิบายเชื่อมโยงระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้างได้ และขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถหาหลักฐานจากแหล่งที่แตกต่างกันได้ ซึ่งนำมาเฉพาะจากผลการทดลอง หรือจากอินเทอร์เน็ต ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งและประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจน ดังนั้นผู้สอนต้องอธิบายหลักการสร้างข้อโต้แย้งให้กับนักเรียนก่อนเริ่มกิจกรรม และให้นักเรียนได้กำหนดคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างของตนก่อนที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และข้อกล่าวอ้างนั้นต้องสามารถใช้เป็นแนวทางในการสำหรับตรวจสอบได้ ซึ่งการสร้างข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องเป็นแนวทางในการสร้างการทดลองหรือการสำรวจเพื่ออธิบายคำตอบนั้น สามารถส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (Cetin, P.S. & Eymur, G., 2017)

วงจรมปฏิบัติการที่ 2 เมื่อทำการแก้ปัญหา และปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการทำการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนมีคะแนนรวมสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 64.70 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และพบว่ามีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 41.17 โดยมีคะแนน และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นหลังจากจบวงจรที่ 2 เนื่องจากนักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ สามารถวิเคราะห์



ข้อมูล แปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุปได้ดีขึ้นอย่างมาก เริ่มมีการระบุข้อสันนิษฐาน ให้เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น แต่นักเรียนยังมีความสามารถในการแยกแยะข้อโต้แย้ง และการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ยังต่ำเช่นเดิม โดยผู้วิจัยคิดเห็นว่าการระบุข้อสันนิษฐาน และการให้เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ดีขึ้นนั้นเป็นผลเนื่องมาจากในขั้นที่ 3 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นขั้นที่นักเรียนได้ร่วมกันประเมินข้อมูลว่า ข้อมูลใดสามารถใช้เป็นหลักฐานที่น่าเชื่อถือและสร้างข้อสรุปที่มีความสอดคล้องระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ อีกทั้งยังได้ประเมินความคิดหรือข้อโต้แย้งของบุคคลภายนอกจึงช่วยพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และการระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ภัทราวรรณ ไชยมงคล, 2559) ที่กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการโต้แย้ง ในการแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของหลักฐาน และเหตุผลของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และที่นักเรียนมีความสามารถในการแยกแยะข้อโต้แย้ง และการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ยังต่ำเช่นเดิมอาจเป็นผลเนื่องมาจากในขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นเท่าที่ควร และไม่ได้จดบันทึกความคิดเห็นเมื่อเพื่อนแสดงความคิดเห็น ส่งผลให้ไม่สามารถทำการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่ มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น หรือประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลายได้ ซึ่งผู้สอนต้องกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการแสดงความคิดเห็น และแนะนำให้นักเรียนจดบันทึกความคิดเห็นเมื่อเพื่อนแสดงความคิดเห็นต่อกลุ่มของตนเอง จากนั้นให้ทำการแยกแยะข้อโต้แย้งที่เพื่อนได้เสนอมาว่า ข้อโต้แย้งใดตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน หรือตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาสิ่งอื่น (จิรารัตน์ แสงศรี, 2560)

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เมื่อทำการแก้ปัญหา และปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการทำการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.47 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งมีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 94.11 ของผู้เรียนโดยมีคะแนน และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นหลังจากจบวงจรที่ 3 เนื่องจากนักเรียนสามารถแยกแยะข้อโต้แย้ง และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยผู้วิจัยคิดเห็นว่าการพัฒนาความสามารถด้านการแยกแยะข้อโต้แย้ง และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นนั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากในขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ผู้สอนได้กระตุ้นให้นักเรียนได้เห็นถึงความสำคัญของการโต้แย้ง นักเรียนกล้าเสนอความคิดเห็นในการโต้แย้งมากขึ้น มีการจดบันทึกความคิดเห็นในขณะที่เพื่อนได้แสดงความคิดเห็นต่อกลุ่ม และได้นำข้อคิดเห็นที่เพื่อนได้เสนอหรือโต้แย้งไปทำการแยกแยะข้อโต้แย้ง ว่าข้อ



โต้แย้งโต้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐาน หรือตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาสิ่งอื่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tuba, D. & Sedat, U. ที่กล่าวว่ารูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถทำให้เกิดการโต้แย้งเพื่อคัดค้านข้อเสนอที่ผิดได้ ทำให้นักเรียนได้อธิบายและสร้างข้อโต้แย้งได้ดีขึ้นและแยกแยะข้อโต้แย้งที่ผิดพลาดซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของทักษะการโต้แย้ง (Tuba, D. & Sedat, U., 2012) และในกิจกรรมการโต้แย้งนักเรียนยังได้แสดงความคิดเห็นต่อข้อสรุปของเพื่อนอย่างมีเหตุผลซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานที่มีความสมเหตุสมผลได้ (สันติชัย อนุวรชัย, 2553)

สรุป/ข้อเสนอแนะ

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 54.90 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และพบว่ามีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 64.70 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และพบว่ามีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 41.17 วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.47 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งมีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 94.11 ของผู้เรียน ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สามารถที่จะพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ **ข้อเสนอแนะทั่วไป**

- 1) ในการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งผู้สอนควรเข้าใจขั้นตอนกระบวนการในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นกิจกรรมมีหลายขั้นตอนดังนั้น ผู้สอนต้องวางแผนกิจกรรม คำถาม และเวลาให้เหมาะสมในการกิจกรรมการเรียนรู้
- 2) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคย ผู้สอนควรมีการอธิบายการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนเข้าใจ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปได้อย่างมีคุณภาพ
- 3) ในการทำงานกลุ่ม ผู้สอนควรพยายามกระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น รวมถึงรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น พร้อมกับการแบ่งหน้าที่ในการทำงานให้ชัดเจน

ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ควรศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้ด้านการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีประจักษ์พยาน (หลักฐาน) หรือตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่น ๆ และตัวบ่งชี้ด้านการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลายซึ่งระหว่างการจัดการเรียนรู้มีการพัฒนาน้อยกว่าด้านอื่น ๆ
- 2) ควรพัฒนากิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน



ด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่น่าสนใจมากขึ้น โดยมีการออกแบบกิจกรรมให้เป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียน และนักเรียนใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่าย ๆ ในชีวิตประจำวัน 3) ความสำเร็จที่ให้นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ให้ครบทุกข้อ เพราะจะทำให้ผู้วิจัยสามารถประเมินสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนได้ตรงกับความเป็นจริงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- จิรารัตน์ แสงศร. (2560). การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. ใน วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาบริการการศึกษา. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- ภัทรวรรณ ไชยมงคล. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. ใน วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเคมี. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์การอ่านและวิทยาศาสตร์นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2559). สรุปผลการวิจัย PISA 2015. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สันติชัย อนุวรชัย. (2553). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ใน วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ. (2551). ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้. กรุงเทพมหานคร: เซเวนพรีนติ้งกรุ๊ป.
- Berland, L.K., & McNeill, K.L. (2009). Using a learning progression to inform scientific argumentation in talk and writing. *Science Education*, 94(5), 765-793.
- Cetin, P. S., & Eymur, G. (2017). Developing students' scientific writing and presentation skills through argument driven inquiry: An exploratory study. *Journal of Chemical Education*, 94(7), 837-843.



- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2007). Nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 275-288.
- OECD. (2012). *PISA 2015 Item Submission Guidelines: Scientific Literacy*. Paris: OECD.
- _____. (2013). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD.
- Sampson et al. (2011). Argument-driven inquiry as a way to help students learn how participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257.
- Tuba, D. & Sedat, U. (2012). The Effect of Argument-Driven Inquiry on Pre-Service Science Teachers' Attitudes and Argumentation Skills. Tuba Demircio_lu and Sedat Uçar / *Procedia - Social and Behavioral Sciences* , 46(212), 5035-5039.
- Walker, J. P. & Sampson, V. (2013). Learning to argue to learn: argument-driven inquiry away to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage in argumentation during a laboratory course. *Journal of research in science teaching*, 50(5), 561-596.