วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2563)

การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Action Research on Developing Scientific Literacy in Animal Anatomy and Physiology Topic Using Argument-Driven Inquiry Method for 11th Grade Students

วรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรากุล[1*], ธิติยา บงกชเพชร[2] และมลิวรรณ นาคขุนทด[3]
Wannapong Soottiwayaylarkul[1*], Thitiya Bongkotphet[2] and Maliwan Nakkuntod[3]

[1,2]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[1,2]Faculty of Education Naresuan University,
[3]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[3]Faculty of Science Naresuan University
[*]E-mail: wannapong_work@hotmail.com

Received: Feb 1, 2018
Revised: Jan 15, 2020
Accepted: Apr 24, 2020

บทคัดย่อ

คะแนน PISA ของประเทศไทยในปัจจุบันจัดอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ และจากการสังเกตชั้นเรียนของผู้วิจัยเองก็ยังพบว่านักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อย การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีและผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน จากโรงเรียนที่เน้นด้านวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งสามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ได้ โดยนักเรียนสามารถพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุด สำหรับสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาได้ดีรองลงมาตามลำดับ

คำสำคัญ: การวิจัยปฏิบัติการ การสืบเสาะแบบโต้แย้ง การรู้วิทยาศาสตร์

Abstract

The PISA score of Thailand is low when compared with other countries. Similarly, the classroom observation there was little connection between students' behavior and scientific literacy. The objectives of the action research is to examine the one of the argument-driven inquiry method and its effect developing students' scientific literacy in animal and physiology. The target group of this research consisted of 24 students of 11th grade from a science high school in Phitsanulok province.

The research findings, revealed that the argument-driven inquiry learning method can improve students' scientific literacy in animal anatomy and physiology. The students' competency to explain phenomena scientifically was the most improvement, followed by the competencies to evaluate and design scientific enquiry and to interpret data and evidence scientifically respectively.

Keywords: Action Research, Argument-Driven Inquiry, Scientific Literacy

บทนำ

ในโลกยุคปัจจุบันการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทุกคน ทุกเพศ ทุกวัย และทุกอาชีพล้วนมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจึงไม่ใช่เรื่องแปลกที่มนุษย์ทุกคนจะต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจกับวิทยาศาสตร์ตั้งแต่เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาถึงระดับชั้นมัธยมศึกษา แต่อย่างไรก็ตามหากพูดถึงคำว่า “การรู้วิทยาศาสตร์” อาจเป็นคำที่ไม่ใช่ทุกคนจะเคยได้ยินหรือเข้าใจแต่เป็นคำที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากในวงการการศึกษาของไทยในปัจจุบันซึ่งเป็นคำที่มีความหมายเดียวกับคำว่า ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรอบรู้เชิงวิทยาศาสตร์ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ซึ่งล้วนมีความหมายเหมือนกัน นั่นคือ ความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำความเข้าใจธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ผ่านการใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในบริบทต่าง ๆ (Thapjunta, 2014) ในปัจจุบันองค์กรต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนได้ตระหนักถึงความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์จึงได้มีการจัดการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ขึ้นซึ่งการประเมินดังกล่าวมีความสำคัญเป็นอย่างมากเนื่องจากผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์สามารถบ่งบอกถึงความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นรวมถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลได้ (Nantawanit, 2014)

การรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่หลาย ๆ ประเทศในโลกกำลังให้ความสำคัญซึ่งสามารถยืนยันได้จากการมีการจัดการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติขึ้น ทั้งนี้สำหรับการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว PISA 2015 เป็นการประเมินสมรรถนะ 3 ด้าน ได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (The Organization for Economic Co-operation and Development, 2012) จากการศึกษาผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว PISA ของประเทศไทย พบว่าแม้คะแนนเฉลี่ยจะมีแนวโน้มสูงขึ้นแต่อย่างไรก็ตามคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ยของประเทศไทยก็ยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD อย่างต่อเนื่อง (Klainin et al, 2007) นอกจากนั้นสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันยังสามารถบ่งบอกถึงการแสดงซึ่งพฤติกรรมที่ไม่สอดคล้องกับการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ของคนไทยได้ เช่น คนที่มีความบกพร่องในสมรรถนะการแปล

ความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในส่วนของพฤติกรรมการวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์แล้วลงข้อสรุป สามารถวิเคราะห์ได้จากสถานการณ์การใช้ยาผีบอกซึ่งเป็นโทษมากกว่าเป็นคุณ เช่น การกินจิ้งจกเพราะเชื่อว่าสามารถเพิ่มพลังทางเพศได้แต่กลับได้รับเชื้อบิดซึ่งก่อให้เกิดการเจ็บป่วยแทน เป็นต้น (Local doctor, 2003) สาเหตุของการแสดงพฤติกรรมซึ่งไม่สอดคล้องกับการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ดังกล่าวเกิดจากการที่บุคคลขาดการวิเคราะห์แต่เชื่อในสิ่งที่มีการบอกเล่ากันแบบปากต่อปากและคำโฆษณาชวนเชื่อ โดยไม่มีการวิเคราะห์ถึงความถูกต้องของข้อมูลและความสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้มีโอกาสสังเกตการจัดการเรียนรู้ร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียนและวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนจากโรงเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลกซึ่งผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชากายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนสอดคล้องกับผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA ที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (PISA Thailand, 2011; PISA Thailand, 2014) และสถานการณ์ความบกพร่องในการรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของคนไทย โดยนักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ตามแนว PISA 2015 (The Organization for Economic Co-operation and Development, 2013) ได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร เช่น นักเรียนไม่สามารถอธิบายถึงการนำศักยภาพทางด้านกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ไปประยุกต์ใช้เพื่อสังคมได้ และนักเรียนไม่สามารถแปลงข้อมูลจากรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับกายวิภาคศาสตร์ของสัตว์ไปเป็นข้อมูลในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การเขียนบรรยาย ทั้งนี้เมื่อทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถแสดงออกถึงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ได้นั้น ผู้วิจัยพบว่ามีสาเหตุจากวิธีการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนที่เน้นให้นักเรียนเข้าใจหลักการ ความคิดรวบยอด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าเน้นการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องต่อการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งถูกสร้างขึ้นโดยแซมสันและคณะ (Sampson et al, 2009) ซึ่งเป็นนักการศึกษาชาวอเมริกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตอบสนองต่อคำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการทำปฏิบัติการเพื่อการ

พัฒนาทักษะและความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ของสภาวิจัยแห่งชาติ (National Research Council : NRC) โดยมีลักษณะเป็นหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการระยะสั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการสืบเสาะหาความรู้รวมถึงเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง เขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ และทำงานร่วมกับผู้อื่นในการสื่อสารความคิดและหาคำตอบ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา เนื่องจากสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาด้านความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ได้ เพราะถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้เป็นกรอบในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งมีความสอดคล้องกับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ (Sampson and Gleim, 2009) และมีจุดเด่นที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการสืบเสาะหาความรู้ การสร้างข้อโต้แย้ง และการเขียนซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการสืบค้นเพื่อหาประจักษ์พยาน และพัฒนาการให้เหตุผล (Walker et al, 2012) สอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประเทศซึ่งค้นพบว่าการนำการโต้แย้งมาใช้ในการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียนได้ (Tsai, 2015) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาลักษณะการจัดการเรียนรู้พบว่ามีความสอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยมเชิงสังคม รวมถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการฝึกฝนพฤติกรรมที่มีความสอดคล้องกับการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ เช่น ในขั้นกิจกรรมการโต้แย้งนักเรียนจะต้องนำเสนอข้อโต้แย้งและอภิปรายความรู้ร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกฝนพฤติกรรมต่าง ๆ เช่น การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล และการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เป็นต้น

ปัจจุบันพบว่านักการศึกษาของไทยเริ่มให้ความสนใจกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งมากขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่านักการศึกษาแต่ละท่านมีการเรียกชื่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งแตกต่างกันออกไป ได้แก่ การเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Anuworrachai, 2010) การสืบสอบแบบโต้แย้ง (Chantraukrit, 2013) และการสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง (Issara, 2015) แต่สำหรับการวิจัยในครั้งนี้จะเรียกว่าวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้ง ทั้งนี้แม้จะมีนักการศึกษาของไทยเริ่มให้ความสนใจกับการจัดการเรียนรู้

ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งบ้างแล้วแต่ส่วนใหญ่เป็นการสอนด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งแบบ 7 ขั้นตอน (Sampson et al, 2011) ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีการคิดค้นขึ้นมานานแล้วและในปัจจุบันมีรูปแบบที่ใหม่กว่าเกิดขึ้นซึ่งมี 8 ขั้นตอนประกอบด้วย 1) ขั้นการระบุภาระงานและใช้คำถามนำ 2) ขั้นการออกแบบวิธีการและรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) ขั้นกิจกรรมโต้แย้ง 5) ขั้นการสนทนาอย่างเปิดเผยและสะท้อนกลับ 6) ขั้นการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ 7) ขั้นการตรวจสอบโดยกลุ่มเพื่อน และ 8) ขั้นการปรับปรุงแก้ไข และส่งรายงานการสืบเสาะหาความรู้

ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะทำการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งแบบ 8 ขั้นตอน (Sampson et al, 2014) เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ และศึกษาผลที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งที่มีต่อการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งที่มีต่อการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิธีการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนซึ่งดำเนินการวิจัยตามรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการของ Kemmis and Taggart (1988) โดยมีผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนและดำเนินการวิจัยตามวงจรปฏิบัติการซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวางแผน 2) การปฏิบัติ 3) การสังเกต และ 4) การสะท้อนผล โดยขั้นตอนทั้งหมดเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันตามลำดับ มีลักษณะเป็นวงจรปฏิบัติการจำนวน 4 วงจร โดยแต่ละวงจรปฏิบัติการผู้วิจัยได้ทำการ

จัดการเรียนรู้ในหัวข้อต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้ ระบบหมุนเวียนของสัตว์ ระบบหมุนเวียนโลหิตของคน ระบบน้ำเหลืองและภูมิคุ้มกัน และการหายใจของคน ให้แก่นักเรียนหัวข้อละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

กลุ่มเป้าหมายและบริบท

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จาก 1 ห้องเรียนจำนวน 24 คน จากโรงเรียนที่เน้นด้านวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จากการศึกษาบริบทของสถานศึกษาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดที่ใกล้เคียง และได้รับทุนการศึกษาจากรัฐบาล ทั้งนี้สภาพทางเศรษฐกิจของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลางถึงดี ลักษณะนิสัยโดยภาพรวมมีความขยันใฝ่รู้ใฝ่เรียน และให้ความสำคัญกับคะแนนในแต่ละรายวิชามาก ห้องเรียนที่ใช้ในการวิจัยมีขนาดเหมาะสมกับจำนวนของนักเรียน มีโต๊ะและเก้าอี้เพียงพอ มีเครื่องปรับอากาศ คอมพิวเตอร์ เครื่องฉายภาพนิ่ง และอุปกรณ์สำหรับทำปฏิบัติการทางชีววิทยาที่ทันสมัย เช่น กล้องจุลทรรศน์ดิจิตอล เครื่องตรวจฟัง และเครื่องวัดความดันโลหิต เป็นต้น

เครื่องมือและวิธีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้ง เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 แผน ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้ ระบบหมุนเวียนของสัตว์ ระบบหมุนเวียนโลหิตของคน ระบบน้ำเหลืองและภูมิคุ้มกัน และการหายใจของคน โดยจัดการเรียนรู้แผนละ 3 คาบเรียน สำหรับวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งมี 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการระบุภาระงานและใช้คำถามนำ 2) ขั้นการออกแบบวิธีการและรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) ขั้นกิจกรรมโต้แย้ง 5) ขั้นการสนทนาอย่างเปิดเผยและสะท้อนกลับ 6) ขั้นการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ 7) ขั้นการตรวจสอบโดยกลุ่มเพื่อน และ 8) ขั้นการปรับปรุง แก้ไข และส่งรายงานการสืบเสาะหาความรู้ ทั้งนี้สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากคณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยาจากคณะวิทยาศาสตร์

จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยาซึ่งเป็นครูผู้มีประสบการณ์สอนในโรงเรียนที่ทำการเก็บข้อมูลวิจัยจำนวน 2 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดทำการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ในด้านความสอดคล้องในการจัดการเรียนรู้และความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาแล้วให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขแก่ผู้วิจัย จากนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะของผู้เชี่ยวชาญและนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้งานจริง

เครื่องมือวิจัยที่ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลมีดังนี้ 1) แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูเป็นเครื่องมือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนจากโรงเรียน จำนวน 2 ท่านทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในประเด็นเกี่ยวกับการเตรียมการจัดการเรียนรู้ การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ และแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมและพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยการเขียนบรรยายเพื่อชี้แนะให้ผู้วิจัยทราบข้อบกพร่องในการสอนพร้อมให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขแก่ผู้วิจัยในแต่ละวงจรปฏิบัติการ 2) แบบบันทึกประสบการณ์เรียนของนักเรียนเป็นเครื่องมือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูหลังจากได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อคำถามที่มีประเด็นเกี่ยวกับความรู้สึกหลังเรียน สิ่งที่ชอบและไม่ชอบจากการเรียน และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปซึ่งนักเรียนต้องเขียนตอบแบบบรรยายเป็นรายบุคคลโดยทันทีหลังจากเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ 3) บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของตนเองโดยการบันทึกสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน สภาพปัญหา และแนวทางแก้ไขโดยเขียนหลังจากจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อเสร็จ 4) รายงานการสืบเสาะหาความรู้ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ในระหว่างเรียนมีลักษณะเป็นข้อคำถามที่สอดคล้องกับประเด็นที่ทำการโต้แย้ง โดยข้อคำถามแต่ละข้อจะไม่ซ้ำกันแต่จะแปรผันตามพฤติกรรมที่ครูต้องการประเมินซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะต้องทำการตอบคำถามหลังจากเรียนในแต่ละหัวข้อเสร็จ และ 5) แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนผ่านการวัดประเมินสมรรถนะ 3 อย่าง ได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ สมรรถนะการ

แปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ตามกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 (The Organization for Economic Co-operation and Development, 2013) มีข้อคำถามจำนวน 20 ข้อ ซึ่งมี 3 ลักษณะ ได้แก่ ข้อสอบแบบเขียนตอบซึ่งนักเรียนต้องเขียนตอบแบบบรรยาย ข้อสอบแบบเลือกตอบซึ่งนักเรียนจะต้องตอบคำถามโดยการเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจากตัวเลือกที่กำหนดให้เพียงข้อเดียว และข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน ซึ่งนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่ครูกำหนดให้ซึ่งสามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 คำตอบหรือเป็นการเติมคำสั้น ๆ จากตัวเลือกที่กำหนดให้ ทั้งนี้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัยผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยา จำนวน 1 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดจะทำการตรวจสอบความถูกต้องด้านความถูกต้องเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของประเด็นที่ใช้สอน และแนวทางรวมถึงเทคนิคที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ จากนั้นจึงให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขแก่ผู้วิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณจากเครื่องมือวิจัยซึ่งได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อเครื่องมือและวิธีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยเครื่องมือวิจัยจะถูกนำมาใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ตามแบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการซึ่งมี 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การวางแผน ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางแก้ไขเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์จากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครู แบบบันทึกประสบการณ์เรียนของนักเรียน และบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

2) การปฏิบัติ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้ง เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน โดยใช้เวลาแผนละ 3 คาบเรียน รวมทั้งสิ้น 12 คาบเรียน ในขณะดำเนินการจัดการเรียนรู้มีการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญโดยการตอบคำถามในแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อนำไปสู่การสะท้อนผลต่อไป

3) การสังเกต ผู้วิจัยทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจากการจัดการเรียนรู้ และผลงานของนักเรียนรวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหาลงในบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนโดยวิธีการวิเคราะห์รายงานการสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเขียนขึ้นเพื่อนำไปสู่การสะท้อนผลต่อไป

4) การสะท้อนผล นักเรียนสะท้อนผลการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตอบคำถามในแบบบันทึกประสบการณ์เรียนของนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้จากเครื่องมือทุกอย่างด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ และการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป จากนั้นเริ่มดำเนินการตามระเบียบวิธีวิจัยทั้ง 4 ขั้นตอนใหม่อีกครั้งจนกว่าจะดำเนินการครบ 4 วงจรปฏิบัติการ แล้วจึงใช้แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ เพื่อวัดการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลวิจัยแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การวิเคราะห์เนื้อหาและการวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐานซึ่งประกอบด้วยค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลและการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ข้อมูลเชิงคุณภาพทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งได้จากการใช้เครื่องมือดังนี้ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครู แบบบันทึกประสบการณ์เรียนของนักเรียน บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และรายงานการสืบเสาะหาความรู้ ทั้งนี้สำหรับข้อมูลเชิงปริมาณจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานซึ่งได้จากการวิเคราะห์ผลคะแนนจากแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สถิติพื้นฐาน

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาแนวทางจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้ง

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในส่วนของการเตรียมการจัดการเรียนรู้ ครูควรเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่สามารถเคลื่อนไหวได้และสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน มีการจัดอุปกรณ์การสร้างแบบจำลอง รวมถึงสื่อโสตทัศนูปกรณ์ และมุมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับจำนวนนักเรียน และเตรียมความพร้อมด้านความรู้ให้แก่นักเรียนโดยจัดการเรียนรู้เพื่อปูพื้นฐานให้แก่นักเรียนล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน ทั้งนี้ก่อนจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งครูควรทำการปฐมนิเทศการเรียนการสอนเพื่อชี้แจงวิธีการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และอธิบายความหมายของคำศัพท์สำคัญให้นักเรียนเข้าใจและทำการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยจำนวนกลุ่มละ 3-4 คน ทั้งนี้สำหรับแนวทางจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนสามารถสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุภาระงานและใช้คำถามนำ สำหรับขั้นตอนนี้ครูจะต้องทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยการถามตอบคำถามแล้วนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการนำเสนอสื่อวีดิทัศน์ เช่น หัวข้อระบบน้ำเหลืองและภูมิคุ้มกันผู้วิจัยนำเสนอตัวอย่างซีรีย์วัยรุ่น เรื่อง ฮอร์โมนวัยว้าวุ่น (GTH channel, 2015) ซึ่งมีเนื้อหาส่วนหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ติดเชื้อเอชไอวี เป็นต้น หลังจากรับชมสื่อวีดิทัศน์เสร็จนักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับสิ่งที่ได้รับชมแล้วเชื่อมโยงกับประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นครูจึงถามคำถามที่ต้องการให้นักเรียนหาคำตอบ เช่น นักเรียนคิดว่าโรคเอดส์สามารถรักษาให้หายขาดได้หรือไม่ เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับขั้นตอนนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการสนทนาร่วมกันกับเพื่อนภายในกลุ่มของตนเองเกี่ยวกับวิธีการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการ จากนั้นทำการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น หัวข้อการหายใจของคนนักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้โดยการทำปฏิบัติการเรื่อง กายวิภาคของปอดหมูดังภาพที่ 1 ร่วมกับการสืบค้นข้อมูลจากอินเตอร์เน็ตและเอกสารทางวิชาการ เป็นต้น

Figure 1 anatomy of the pulmonary laboratory

ขั้นที่ 3 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว สำหรับขั้นตอนนี้นักเรียนต้องนำข้อมูลที่สืบค้นได้มาวิเคราะห์แล้วสร้างเป็นข้อโต้แย้งชั่วคราว เช่น หัวข้อระบบหมุนเวียนของสัตว์นักเรียนส่วนใหญ่สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวว่าการเก็บตัวอย่างเลือดจากปลาควรเก็บที่โคนหางในขณะที่นักเรียนบางกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวว่าการเก็บตัวอย่างเลือดจากปลาควรเก็บจากหัวใจ ดังตัวอย่างภาพที่ 2 และหัวข้อระบบน้ำเหลืองและภูมิคุ้มกันที่นักเรียนจะต้องโต้แย้งกันในหัวข้อโรคเอดส์สามารถรักษาให้หายขาดได้หรือไม่ดังตัวอย่างภาพที่ 3 เป็นต้น จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังการโต้แย้งซึ่งประกอบด้วยหัวข้อที่ครูกำหนดให้ซึ่งต้องสอดคล้องกับการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์โดยในแต่ละวงจรปฏิบัติการอาจมีหัวข้อเหมือนหรือต่างกันก็ได้ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ที่ครูต้องการส่งเสริมและประเมิน ทั้งนี้หากนักเรียนทุกกลุ่มมีข้อโต้แย้งชั่วคราวเหมือนกันให้นักเรียนและครูร่วมกันคิดข้อโต้แย้งชั่วคราวใหม่ให้มีมากกว่า 1 ข้อโต้แย้งแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้การจับสลากในการเลือกข้อแย้งชั่วคราว

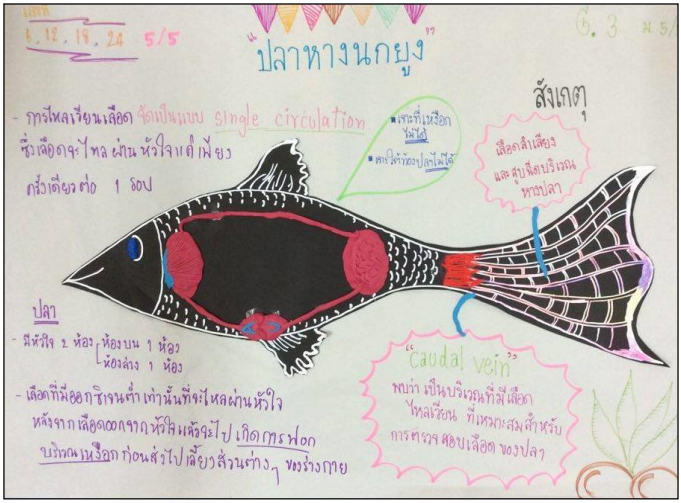

Figure 2 The sample of argument chart topic in animal circulation.

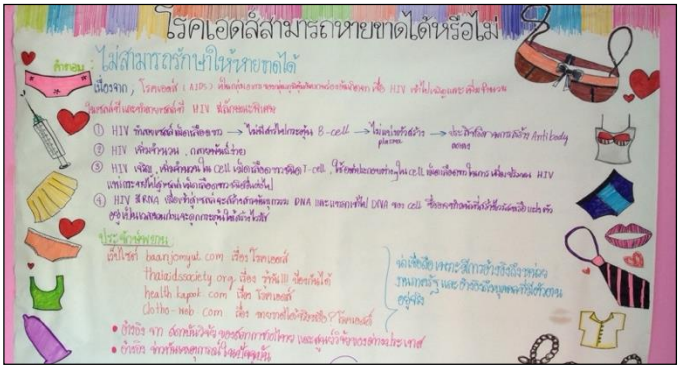

Figure 3 The sample of argument chart topic in lymphatic and immune system.

ขั้นที่ 4 ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง สำหรับขั้นตอนนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องนำเสนอข้อโต้แย้งชั่วคราวโดยการนำเสนอแผนผังการโต้แย้งหน้าชั้นเรียน จากนั้นทำการอภิปรายความรู้กับเพื่อน ทั้งนี้เมื่อจบการนำเสนอเพื่อนร่วมชั้นเรียนสามารถตั้งคำถามหรือให้คำแนะนำรวมถึงการติชมข้อโต้แย้งชั่วคราวและการนำเสนอแก่กลุ่มที่นำเสนอได้ โดยครูมีหน้าที่ในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานหลักฐานที่น่าเชื่อถือมาใช้ในการโต้แย้ง

ขั้นที่ 5 ขั้นการสนทนาอย่างเปิดเผยและสะท้อนกลับ สำหรับขั้นตอนนี้นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับเนื้อหารวมถึงความคิดรวบยอดที่ได้เรียนรู้ในเชิงลึก เช่น หัวข้อระบบหมุนเวียนโลหิตของคนจะต้องสนทนาถึงเนื้อหาเกี่ยวกับหัวใจ หลอดเลือด และเลือดในเชิงกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยารวมถึงประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น นอกจากนั้นต้องมีการสนทนาเกี่ยวกับแนวคิดด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูแจ้งหัวข้อที่จะทำการจัดการเรียนในครั้งต่อไปให้นักเรียนทราบเพื่อให้นักเรียนได้ทราบหัวข้อที่จะต้องเรียนและเตรียมตัวล่วงหน้า

ขั้นที่ 6 ขั้นการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับขั้นตอนนี้นักเรียนแต่ละคนจะต้องเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้โดยการตอบคำถามเพื่อสะท้อนถึงการแสดงออกถึงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยทำกิจกรรมนอกเวลาเรียนปกติ ทั้งนี้สำหรับข้อคำถามในรายงานการสืบเสาะหาความรู้จะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเนื้อหาและสมรรถนะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับการพัฒนา เช่น หากต้องการพัฒนาและประเมินพฤติกรรมการวิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์แล้วลงข้อสรุป สามารถตั้งคำถามได้ดังภาพที่ 4 และตัวอย่างรายงานการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาและประเมินการแสดงพฤติกรรมการแปลงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเข้าร่วมกิจกรรมการโต้แย้งไปสู่รูปแบบอื่นดังภาพที่ 5

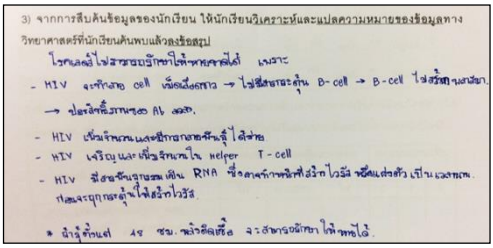

Figure 4 The sample of investigation report about analyse and interpret data and draw appropriate conclusions.

Figure 5 The sample of investigation report about transform data from one representation to another.

ขั้นที่ 7 ขั้นการตรวจสอบโดยกลุ่มเพื่อน สำหรับขั้นตอนนี้นักเรียนต้องนำรายงานการสืบเสาะหาความรู้ที่ตนเองเขียนเสร็จแล้วไปให้เพื่อนกลุ่มอื่นทำการประเมินประเด็นโต้แย้งตามคู่มือการตรวจประเมินรายงานการสืบเสาะหาความรู้แล้วส่งคืนให้แก่ผู้เขียนโดยครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถขอคำปรึกษานอกเวลาเรียนได้

ขั้นที่ 8 ขั้นการปรับปรุงแก้ไขและส่งรายงาน ในขั้นตอนนี้นักเรียนนำรายงานการสืบเสาะหาความรู้ที่เพื่อนตรวจประเมินเสร็จแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ตรวจและส่งครู ทั้งนี้ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเขียนและแก้ไขรายงานการสืบเสาะหาความรู้โดยการกำหนดให้มีคะแนนสำหรับการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้

2. ผลการศึกษาการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งตามวงจรปฏิบัติการจำนวน 4 วงจร โดยหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการได้ทำการวัดประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการวิเคราะห์รายงานการสืบเสาะหาความรู้เปรียบเทียบกับพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการประเมิน PISA 2015 ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนเกิดการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องซึ่งสามารถยืนยันได้จากค่าเฉลี่ยในการแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับตัวบ่งชี้ถึงการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 6 กราฟแสดงร้อยละของนักเรียนที่มีการแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับตัวบ่งชี้ถึงการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์

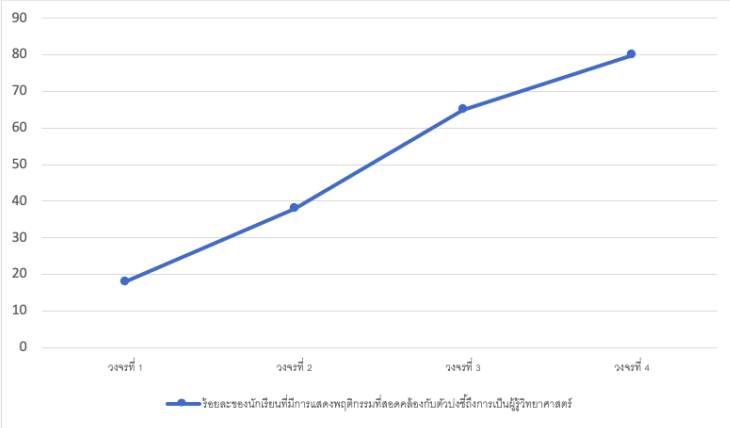

Figure 6 The percentage of students who's consistent with science literate person.

หลังจากจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งครบ 4 วงจรปฏิบัติการผู้วิจัยได้ทำการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ดีมากเนื่องจากได้คะแนนเฉลี่ยสูงถึง 17.52 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน และเมื่อพิจารณาการรู้วิทยาศาสตร์เป็นรายสมรรถนะพบว่านักเรียนมีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์สูงที่สุด และมีสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์รองลงมาตามลำดับซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 1 ผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์

Table 1 The result of scientific literacy that assessment by using scientific literacy test.

ค่าสถิติพื้นฐาน	คะแนน (รวม 20 คะแนน)		
	คะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (7 คะแนน)	คะแนนสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (7 คะแนน)	คะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (6 คะแนน)
ค่าเฉลี่ย	6.40	6.33	4.79
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.75	0.82	0.86
ร้อยละ	91.43	90.43	79.83

สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิธีจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ สามารถสรุปได้ว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรจัดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีสมาชิกจำนวน 3-4 คนเนื่องจากเป็นจำนวนที่ไม่น้อยเกินไปจนกระทั่งนักเรียนทำกิจกรรมไม่ทันเวลาและไม่มากเกินไปจนกระทั่งมีนักเรียนที่ว่างงานซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sampson et al (2011) ซึ่งได้ระบุว่าถ้าหากนักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีขนาดเล็กจะทำให้มีประสิทธิภาพในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการอยู่ในกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ซึ่งมีความสอดคล้องกับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นผู้วิจัยพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ครูควรมีการสอนเพื่อปูพื้นฐานให้แก่นักเรียนเสียก่อนเนื่องจากการสอนเพื่อปูพื้นฐานสามารถช่วยให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอต่อการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และควรแจ้งโจทย์ที่จะใช้ใน

กิจกรรมการโต้แย้งให้นักเรียนทราบล่วงหน้าเพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ล่วงหน้าก่อนเข้าชั้นเรียนซึ่งสามารถช่วยลดเวลาการทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้

สำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งในขั้นที่ 1 ขั้นระบุภาระงานและใช้คำถามนำ พบว่าครูควรกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยสื่อวีดิทัศน์แล้วเชื่อมโยงเข้าสู่ประเด็นการโต้แย้งโดยการใช้คำถามนำที่ท้าทาย ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ขั้นระบุภาระงานและใช้คำถามนำของ Walker et al (2012) ซึ่งระบุว่าในขั้นตอนนี้ครูจะต้องนำเสนอประเด็นที่ต้องการศึกษาและทำปฏิบัติการโดยเน้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในประเด็นดังกล่าวและเกิดการกำหนดคำถามวิจัยซึ่งจะนำไปสู่การหาคำตอบ ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล พบว่ามีความสอดคล้องกับขั้นตอนการสร้างข้อมูลของ Sampson et al (2011) ซึ่งกำหนดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพัฒนาวิธีการหาคำตอบที่สงสัยด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง รวมถึงสามารถเลือกใช้วิธีการเก็บหรือวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม และเรียนรู้วิธีการแก้ไขปัญหาจากประสบการณ์จริงซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของผู้วิจัยที่กำหนดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับวิธีการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้และวิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของแต่ละกลุ่ม ขั้นที่ 3 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว พบว่ามีความสอดคล้องกับขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของ Sampson et al (2011) ซึ่งให้นักเรียนทำการสร้างข้อโต้แย้งเพื่อใช้ในการตอบข้อสงสัยโดยพบว่ามีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของผู้วิจัยที่ค้นพบว่าในขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องนำข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มาวิเคราะห์เพื่อสร้างเป็นข้อโต้แย้งชั่วคราวในการตอบคำถามที่สงสัยแล้วนำมาเขียนเป็นแผนผังการโต้แย้งซึ่งสอดคล้องกับการสร้างโปสเตอร์เพื่อใช้ในการโต้แย้งของ Sampson and Grooms (2010) แต่รายละเอียดที่เขียนมีความแตกต่างกันเนื่องจากการเขียนแผนผังการโต้แย้งจะกำหนดหัวข้อให้นักเรียนเขียนโดยคำนึงถึงการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เป็นสำคัญและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเนื้อหา และผู้วิจัยมีข้อค้นพบเพิ่มเติมว่าบางครั้งนักเรียนแต่ละกลุ่มอาจสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเหมือนกันทำให้ไม่เกิดการโต้แย้งได้ แต่อย่างไรก็ตามครูสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้โดยการให้นักเรียนและครูร่วมกันคิดข้อโต้แย้งใหม่เพิ่มเติมแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง

โดยการจับสลาก ขั้นที่ 4 ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง พบว่านักเรียนไม่เคยมีการโต้แย้งในชั้นเรียนมาก่อน ดังนั้นจึงต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งในชั้นเรียนด้วยวิธีการจูงใจนักเรียนด้วยคะแนน และพูดจาโน้มน้าวให้นักเรียนต้องการแย้งในสิ่งที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ ขั้นที่ 5 ขั้นการสนทนาอย่างเปิดเผยและสะท้อนกลับ ในขั้นตอนนี้นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับเนื้อหา ความคิดรวบยอด วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแนวคิดที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านเนื้อหาและความคิดรวบยอด ซึ่งพบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากกว่าก่อนเรียนซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ÖĐReten and Saglr (2014) ซึ่งพบว่าการเรียนรู้จากการโต้แย้งช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาด้านความรู้ซึ่งนำมาสู่ผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามความแตกต่างของการวิจัยในครั้งนี้ที่ไม่เหมือนกับงานวิจัยอื่น ๆ คือครูจะเน้นการเพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียนมากเป็นพิเศษเพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษา ขั้นที่ 6 ขั้นการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ ขั้นที่ 7 ขั้นการตรวจสอบโดยกลุ่มเพื่อน และขั้นที่ 8 ขั้นการปรับปรุงแก้ไขและส่งรายงาน พบว่าส่วนใหญ่มีการดำเนินกิจกรรมเหมือนกับ Sampson et al (2011) นั่นคือให้นักเรียนแต่ละคนได้เขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองโดยการตอบคำถามตามที่ครูกำหนดให้ในรายงานการสืบเสาะหาความรู้ จากนั้นจึงนำรายงานการสืบเสาะหาความรู้ที่เขียนขึ้นส่งให้แก่เพื่อนต่างกลุ่มเพื่อให้เพื่อทำการตรวจประเมินคุณภาพของรายงานการสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือการประเมินรายงานการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูกำหนดให้ จากนั้นเมื่อทำการประเมินรายงานการสืบเสาะหาความรู้ของเพื่อนเสร็จแล้วให้ส่งรายงานการสืบเสาะหาความรู้คืนเพื่อนเพื่อให้ทำการปรับปรุงแก้ไขใหม่ตามที่ทำการประเมิน แต่อย่างไรก็ตามในขั้นที่ 6-8 ก็ยังมีความแตกต่างจากรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบดั้งเดิมเนื่องจากจำเป็นต้องปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะกับบริบทโดยการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนดังกล่าวนอกเวลาเรียนปกติซึ่งผู้วิจัยค้นพบว่ามีประโยชน์ดังนี้ 1) ช่วยเพิ่มเวลาในการทำกิจกรรมขั้นตอนอื่น และ 2) ทำให้มีเวลาเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ ประเมินรายงานการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ไขรายงานการสืบเสาะหาความรู้มากขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นพบว่าเกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับขั้นกิจกรรมการโต้แย้งและขั้นการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนพฤติกรรมต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์อย่างเข้มข้น เช่น นักเรียนจะต้องประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของเพื่อนกลุ่มอื่นซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องแปลงข้อมูลที่มีการนำเสนอจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่นซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะการแปลความหมายและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ และนักเรียนจะต้องสามารถเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบายในกิจกรรมการโต้แย้งซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ผู้วิจัยพบว่าสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาสูงที่สุดเนื่องจากในขั้นกิจกรรมการโต้แย้งซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด นักเรียนจะต้องทำการโต้แย้งในชั้นเรียนซึ่งจะต้องอาศัยการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามประเด็นที่ครูกำหนดให้ มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการมีสมรรถนะดังกล่าว ดังนั้นนักเรียนจึงได้รับการฝึกฝนพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการมีสมรรถนะดังกล่าวอย่างเข้มข้นและต่อเนื่องส่งผลให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุดสอดคล้องกับผลการวิจัยของนักการศึกษาชาวอเมริกัน Sampson et al (2011) ซึ่งได้กล่าวว่า “การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าสมรรถนะข้ออื่น” สำหรับสมรรถนะอื่น ๆ เกิดการพัฒนาในระดับที่น้อยกว่าแต่ก็ยังถือว่ามีการพัฒนามากกว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 อย่างชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากการฝึกฝนพฤติกรรมที่สอดคล้องกับการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ถูกฝึกฝนในขั้นตอนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ขั้นกิจกรรมการโต้แย้งซึ่งเป็นขั้นตอนหลัก ดังนั้นจึงทำให้ความเข้มข้นในการฝึกฝนพฤติกรรมมีความเข้มข้นน้อยลง นอกจากนั้นผู้วิจัยยังพบว่าผลการวิจัยในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของนักการศึกษาหลายท่าน นั่นคือ Issara (2015) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือสามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มโรงเรียน

วิทยาศาสตร์ภูมิภาคได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Anuworrachai (2010) ซึ่งพบว่าการสอนชีววิทยาด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งสามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียนได้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Chantraukrit (2013) ที่ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานซึ่งพบว่าสามารถพัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุดซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนของผู้วิจัยซึ่งพบว่านักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด และมีการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ รองลงมาตามลำดับ ทั้งนี้เหตุผลที่สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาสูงสุดเนื่องจากรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนจะต้องใช้สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในการเข้าร่วมกิจกรรมมากที่สุดเพื่ออธิบายและโต้แย้งกับเพื่อนในกลุ่มอื่นจึงส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกฝนพฤติกรรมต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลโดยการใช้หลักการและประจักษ์พยานที่น่าเชื่อถือในการเข้าร่วมกิจกรรมการโต้แย้ง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

2. จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลในขณะเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้นสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไปควรทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งที่มีต่อการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเพื่อให้ทราบแนวทางในการประยุกต์ใช้

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล

3. เมื่อพิจารณาผลการทดลองจะพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งสามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ได้ดี แต่เนื้อหาสาระของวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายยังมีอีกหลายหัวข้อจึงควรนำวิธีการดังกล่าวไปทดลองใช้จัดการเรียนรู้กับหัวข้ออื่น ๆ เพื่อศึกษาว่าผลการทดลองจะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยแก่ผู้วิจัยภายใต้โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

References

Anuworrachai, S. 2010. **Effects of Biology instruction using the Argument-Driven Inquiry instructional model on ability in scientific explanation making and rationality of upper secondary school students.** 10-90. M.Ed. Thesis, Education degree in Science education: Chulalongkorn University. (in Thai)

Chantraukrit, P. 2013. **Development of an instructional model by integrating the Argument-Driven Inquiry approach to promote scientific literacy competencies and rationality of lower secondary school student.** 5-50**.** Ph.D. Thesis, Education degree in Curriculum and Instruction: Chulalongkorn University. (in Thai)

GTH channel. 2015. **I have HIV.** https://www.youtube.com/watch?v=JTnfWB1AOAw. 30 November 2015. (in Thai)

Issara, P. 2015. "Effects of using an Argument-Driven Inquiry instructional model with cooperative learning techniques on Chemistry learning achievement and scientific reasoning abilities of upper secondary school students in the reginal science schools". **An Online Journal of Education.** 10(2): 249-260. (in Thai)

Kemmis, S. and Mc Taggart, R. 1988. **The action research reader.** (3rd ed.). Geelong: Deakin University Press.

Klainin, S., Dechsri, P. and Pamotjanee, A. 2007. **Knowledge and competencies for tomorrow world.** Bangkok. Seven printing group. (in Thai)

Local Doctor. 2003. **Ghost medicine.** http://www.doctor.or.th/article/detail/1670. 9 November 2015. (in Thai)

Nantawanit, N. 2014. "The PISA 2015 : Science – based assessment. **IPST magazine.** 42(186): 40-43. (in Thai)

PISA Thailand. 2011. **PISA 2009 Results in science, reading and mathematics.** Bangkok: The institute for Promotion of Teaching Science and Technology. (in Thai)

PISA Thailand. 2014. **PISA 2012 Results in science, reading and mathematics ; What students know and What students can do.** Bangkok: The institute for Promotion of Teaching Science and Technology. (in Thai)

Sampson, V., Grooms, J. and Walker, J. 2009. "Argument-Driven INQUIRY". **Science Teacher.** 76(8): 42-47.

Sampson, V. and Gleim, L. 2009. "Argument-Driven inquiry to promote the understanding of important concepts & practices in Biology". **American Biology Teacher.** 71(8): 465-472.

Sampson, V. and Grooms, J. 2010. “Generate an argument: An Instructional Model”. **Science Teacher.** 77(5): 32-37.

Sampson, V., Grooms, J. and Walker, J. 2011. “Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study”. **Science Education.** 95(2): 217-257.

Sampson, V. Enderle, P., Gleim, L., Grooms, J., Hester, M., Southerland, S. and Wilson, K. 2014. **Argument-driven Inquiry in Biology: Lab Investigations for Grades 9-12.** USA: National Science Teachers Association.

Thapjunta, C. 2014. **The learning activity using the news media to develop scientific competencies to explain phenomena scientifically and use scientific evidence in the topic momentum for Matayomsuksa IV students.** 1-100. M.Ed. Thesis, Education degree in Science education: Naresuan University. (in Thai)

The Organization for Economic Co-operation and Development. 2012. **PISA 2015 Item Submission Guidelines: Scientific Literacy.** http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Submission-Guidelines-Science.pdf. 26 September 2015.

The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2013. **PISA 2015 draft science framework.** http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf. 26 September 2015.

Tsai, C-Y. 2015. “Improving Students' PISA Scientific Competencies Through Online Argumentation”. **International Journal of Science Education.** 37(2): 321-339.

Walker, J., Sampson, V., Grooms, J., Anderson, B., and Zimmerman, C. 2010. **Argument-Driven Inquiry: An instructional model for use in undergraduate chemistry labs.** International Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST). Philadelphia. 1-100.

Walker, J., Sampson, V., Grooms, J., Anderson, B., and Zimmerman, C. 2012. Argument-Driven Inquiry in Undergraduate Chemistry Labs: The Impact on Students' Conceptual Understanding, Argument Skills, and Attitudes Toward Science. **Journal of College Science Teaching.** 41(4): 74-81.

ÖÐReten, B. and SaglI, S. 2014. Examining the Effectiveness of Science Teaching Based on Argumentation. **Journal of Turkish Science Education.** 11(1): 89-93.