การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดภูเก็ต

The Development of Scientific Reasoning Skills and Scientific Attitudes through Argument-driven Inquiry Learning Model in Topic of Water and Water Cycle of Prathomsuksa V Students', Phuket Province

ภัสราภรณ์ พริกชูผล[*] จุฬารัตน์ ธรรมประทีป[*] และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์[*]

Phatsaraporn Phrikchuphon Jurarat Thammaprateep and Tweesak Chindanurak

* วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Division of Science Education in Education, Sukhothai Thammathirat Open University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ 2) เพื่อพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ และ 3) เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ช่วยพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษา นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 16 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ แบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าความถี่ และการวิเคราะห์แบบอุปนัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า 1) หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนทุกคนมีการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยเฉพาะด้านการให้เหตุผลแบบสมมตินัย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย 2) หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนทุกคนมีจิตวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยเฉพาะ ความใจกว้าง ความเพียรพยายามมุ่งมั่น ความร่วมมือช่วยเหลือ และการมีเจตนาที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์

Abstract

The purpose of this research was to develop Prathomsuksa V Students' Scientific Reasoning Skills and Scientific Attitudes using the Argument-driven Inquiry Learning Model in the topic of Water and Water Cycle, and to generate the best practices for developing students' Scientific Reasoning Skills through the Argument-driven Inquiry learning model in the topic of Water and Water Cycle. The research participants consisted of 16 Students who enrolled in the second semester of the 2017 academic year. The research instruments were used lesson plans which were framed by the Argument-driven Inquiry Learning Model in the topic of Water and Water Cycle, Scientific Reasoning Skill Test, and Scientific Attitude Test. Research results were analyzed by using Frequency and content analysis methods.

Research findings showed that 1) after learning with the Argument-driven Inquiry Learning Model in the topic of Water and Water Cycle, 2) All students presented that they had developed scientific reasoning skills and scientific attitudes specifically Adductive Reasoning, Deductive Reasoning, Openness, Persistence, Cooperation and have good intentions towards science.

Keywords: Argument-driven Inquiry Learning Model, Scientific Reasoning Skill, Scientific Attitude

บทนำ

เยาวชนยุคศตวรรษที่ 21 ได้รับความคาดหวังให้เป็นพลเมืองที่มีกระบวนการคิดระดับสูง มีทักษะในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในโลกอนาคต มีความสามารถในการคัดกรองข้อมูลข่าวสารและทราบว่าจะนำความรู้และทักษะที่มีไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างไร รวมทั้งมีความสามารถในการสื่อสาร การใช้ภาษาแสดงความคิด ความรู้ความเข้าใจ และทัศนะของตนเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกับผู้อื่นด้วยความเป็นเหตุเป็นผล อยู่บนพื้นฐานของความถูกต้องของประชาคมโลก (Partnership for 21st Century Skills, 2007)

การรู้วิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Ministry of Education, 2010) ซึ่งจะเป็นผู้ที่มีทั้งความรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (Luecha & Ladapa, 2013) เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในโลกยุคปัจจุบัน นอกจากนี้นักเรียนยังต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วย อันส่งผลให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่สามารถแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วมและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็น หรือข้อถกเถียงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างรอบรู้ (Kolsto, 2001: 291-292)

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning) เป็นสมรรถนะหนึ่งของผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2013) ซึ่งเป็นกิจกรรมทางสังคมที่มีความซับซ้อนมาอธิบายและตอบคำถามต่าง ๆ ที่เป็นข้อสงสัย ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Kunh, 1993) อีกทั้งต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อให้สามารถอธิบาย หรือลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐานนั้น ๆ ได้ (Lawson, 2009)

จิตวิทยาศาสตร์ก็เป็นสิ่งหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพของผู้เรียน ในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ของไทยได้กำหนดเป้าหมายข้อหนึ่งไว้ว่า ควรพัฒนาให้ผู้เรียนมีจิตวิทยาศาสตร์มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ และมีนโยบายในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยเน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิดและลงมือปฏิบัติ

จากประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยเอง พบว่า ในการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล ระบุสมมติฐาน การวิเคราะห์ข้อมูล ระบุหลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบนักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีการอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลในการลงข้อสรุปนั้น เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนบางส่วนยังไม่สอดคล้องกับแนวทางที่นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ หรือสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือเหตุผลที่เหมาะสม

โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry Model: ADI) ซึ่งคิดค้นโดย Victor Sampson ในปี ค.ศ. 2009 และปรับปรุงในปี ค.ศ.2014 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการตรวจสอบข้อมูล การสื่อสาร และการเขียนรายงานผลการตรวจสอบมากขึ้น (Sampson, Groom, & Walker, 2011) รวมถึงทำให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่ดี (Santichai, 2010)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดภูเก็ต โดยผู้วิจัยมีความเห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เป็นวิธีการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้นี้ ช่วยให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐาน ลงมือสำรวจตรวจสอบ หาข้อมูลแล้วนำมาสร้างข้อโต้แย้ง รวมถึงการแสดงความคิดเห็นผ่านกิจกรรมการโต้แย้งร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะช่วยในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งในระหว่างการทำกิจกรรมยังช่วยในการพัฒนาและส่งเสริมการมีจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านการทำกิจกรรมกลุ่ม และการทดลอง อีกด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ

2. เพื่อพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ

3. เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ช่วยพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยเป็นข้อมูลตัวอย่างที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเน้นกระบวนการคิด การเชื่อมโยงข้อมูลให้มีความสมเหตุสมผล และการส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นคนที่มีความใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกันกับเพื่อนได้ มีความช่วยเหลือ และการยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

2. ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และผู้เกี่ยวข้องได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ไปใช้ในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและสามารถนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งในเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

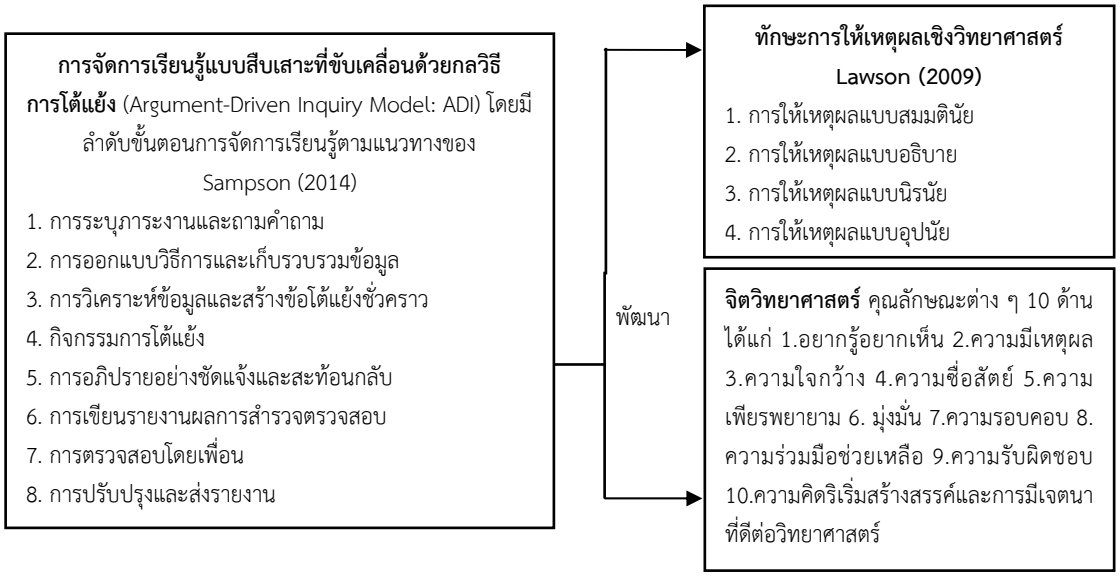
กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตฝ่ายประถมศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้อง รวม 16 คน ที่ถูกเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ เช่น นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายโดยใช้เหตุผลหรือการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ให้เชื่อมโยงกับคำตอบได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ
2. แบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
3. แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้ง
4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

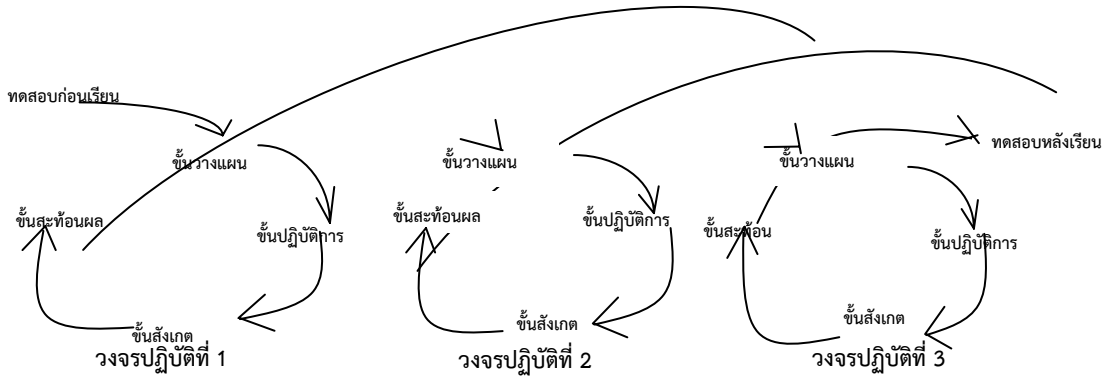
กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้วางกรอบแนวคิดในการวิจัยเพื่อดำเนินการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ดังนี้



การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำหลักการและขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ของ Kemmis and McTaggart (2008: 78) ดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการวิจัย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นที่ 2 ปฏิบัติ (Act) ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe) และขั้นที่ 4 สะท้อนผล (Reflect) ทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ ดังนี้



ภาพที่ 1 วงจรปฏิการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

1. ขั้นวางแผน (Plan) โดยผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงวัดทักษะในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประกอบการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่สร้างขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

3. ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นการสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เครื่องมือวิจัยในการเก็บข้อมูล คือ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้ง และอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือทั้ง 4 เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติต่อไป

โดยทำการวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และวัดจิตวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำและวัฏจักรของน้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาจัดกลุ่มคำตอบ โดยแต่ละข้อจะแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 หมายถึง คำตอบผิด 1 หมายถึง คำตอบถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่ครบถ้วน และ 2 หtมายถึง คำตอบถูกต้อง สมบูรณ์ (ยกเว้นข้อสอบแบบเลือกตอบที่จะมีแค่ 0 กับ 1 เท่านั้น) โดยใช้เกณฑ์การความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (2009) ไว้ 3 ระดับ ดังนี้

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูง มากกว่า 19 คะแนน

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับกลาง 10 - 18 คะแนน

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ 0 - 9 คะแนน

แล้วนำเสนอข้อมูลเป็นความถี่ โดยนับจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับ

2. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาตรวจคำตอบของนักเรียนตามเกณฑ์การให้น้ำหนักคะแนนของแต่ละตัวเลือกตามระดับขั้นความรู้สึกของ (Krathwohl, 1964) และคนอื่น ๆ

ขั้นรับรู้ ได้ 1 คะแนน
ขั้นตอบสนอง ได้ 2 คะแนน
ขั้นรู้คุณค่า ได้ 3 คะแนน
ขั้นจัดระบบ/ลักษณะนิสัย ได้ 4 คะแนน

โดยพิสัยของคะแนนรวมอยู่ระหว่าง 30-120 คะแนน สำหรับการแปลผลคะแนนรวมใช้วิธีอิงเกณฑ์ดังนี้

มากกว่า 109 คะแนน หมายถึง มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก
99 – 109 คะแนน หมายถึง มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับดี
90 – 98 คะแนน หมายถึง มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง
79 – 89 คะแนน หมายถึง มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับน้อย
น้อยกว่า 79 คะแนน หมายถึง มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับน้อยมาก

แล้วนำเสนอข้อมูลเป็นความถี่ โดยนับจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับ

ผลการวิจัย

1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ประเภท เรื่องน้ำและวัฏจักรของน้ำ ก่อนเรียนและหลัง การจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ผู้วิจัยนำเสนอทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้จากแบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 16 ข้อ ครอบคลุมการให้เหตุผลทั้ง 4 ประเภท โดยนำผลการให้คะแนนแบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง จะได้เกณฑ์คำตอบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่นำมาวิเคราะห์แล้วจัดกลุ่มคำตอบ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
การให้เหตุผลแบบอธิบาย **<u>โจทย์ข้อที่ 2</u>** จากคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1 นักเรียนคิดว่า ปัจจัยใดเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำเกิดการระเหย จงอธิบาย	ได้คะแนนเต็ม (2 คะแนน)	น้ำบ่อและน้ำเขื่อนระเหยมากที่สุด เนื่องจากมีปัจจัยที่มีผลต่อการระเหยของน้ำ ดังนี้ 1. อุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น น้ำจะระเหยเป็นไอได้สูงขึ้น 2. พื้นที่ผิว ถ้าพื้นที่กว้างให้เกิดการระเหยได้เร็วขึ้น 3. ลมมีลมพัดผ่านทำให้มีการถ่ายเทจะช่วยให้เกิดการระเหยได้ดี 4. ความเค็มเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำทำให้อัตราการระเหยช้าลง 5. เนื้อที่ระเหย แหล่งน้ำที่มีผิวหน้าน้ำกว้างมีอัตราการระเหยสูงกว่าน้ำในแหล่งน้ำที่มีผิวหน้าน้ำแคบ (S08 หลังเรียน)
	ได้คะแนนบางส่วน (1 คะแนน)	ปัจจัยของการระเหยขึ้นอยู่กับ สถานที่ เวลา แสงแดด อุณหภูมิ (S10 ก่อนเรียน)
	ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน)	เพราะทะเลมีน้ำมากและแสงจะอยู่ที่ทะเลมากกว่า (S05 ก่อนเรียน)
การให้เหตุผลแบบนิรนัย **<u>โจทย์ข้อที่ 3</u>** จากการศึกษาแผนภาพวัฏจักรของน้ำข้างต้น ทำให้นักเรียนทราบว่า น้ำมีการเปลี่ยนสถานะอยู่ตลอดเวลา และจากแผนภาพวัฏจักรของน้ำ นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่เกี่ยวข้องการหมุนเวียนวัฏจักรของน้ำ (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)	ได้คะแนนเต็ม (2 คะแนน)	การหมุนเวียนวัฏจักรของน้ำ มีปัจจัยดังนี้ 1. การหายใจของสัตว์และการขับถ่ายของสัตว์ 2. ดวงอาทิตย์ 3. น้ำใต้ดิน 4. การคายน้ำของพืช 5. แหล่งน้ำ (S08 หลังเรียน)
	ได้คะแนนบางส่วน (1 คะแนน)	จะมีการเกี่ยวข้องดังนี้ 1) น้ำใต้ดิน 2) การหายใจ (S05 หลังเรียน)
	ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน)	น้ำมันเกิดการระเหยขึ้นบนท้องฟ้าแล้วตกลงมา (S11 ก่อนเรียน)

ตารางที่ 1 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่นำมาวิเคราะห์แล้วจัดกลุ่มคำตอบ ตามเกณฑ์ที่กำหนด (ต่อ)

ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
การให้เหตุผลแบบอุปนัย **<u>โจทย์ข้อที่ 4</u>** จากข้อที่ 3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการหมุนเวียนวัฏจักรของน้ำเกิดขึ้นอย่างไร และเหตุใดจึงเกิดเช่นนั้น จงอธิบายสรุป	ได้คะแนนเต็ม (2คะแนน)	1.ดวงอาทิตย์ มีปัจจัยคือ ช่วยให้น้ำระเหย 2.การขับถ่าย มีปัจจัยคือ เมื่อสัตว์และมนุษย์ขับถ่ายเป็นของเหลวก็จะเกิดการระเหย 3.การหายใจของสัตว์ มีปัจจัยคือ เมื่อสัตว์ หรือมนุษย์หายใจก็จะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แล้วเป็นไอน้ำ 4.น้ำในพืช มีปัจจัยคือ เกิดการระเหยของน้ำเมื่อมีการคายน้ำ (S10 หลังเรียน)
	ได้คะแนนบางส่วน (1 คะแนน)	1.ดวงอาทิตย์ทำให้น้ำระเหย 2.น้ำในพืชถ้าแสงแดดมาส่องน้ำในพืช (S07 ก่อนเรียน)
	ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน)	เพราะเกิดการระเหยของน้ำ (S11 ก่อนเรียน)

ตารางที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ประเภท เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ ก่อนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ความถี่) N = 16	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. ทักษะการให้เหตุผลแบบสมมตินัย		
ระดับต่ำ	-	-
ระดับกลาง	14	-
ระดับสูง	2	16
2. ทักษะการให้เหตุผลแบบอธิบาย		
ระดับต่ำ	9	-
ระดับกลาง	5	7
ระดับสูง	2	9
3. ทักษะการให้เหตุผลแบบนิรนัย		
ระดับต่ำ	2	-
ระดับกลาง	5	2
ระดับสูง	9	14
4. ทักษะการให้เหตุผลแบบอุปนัย		
ระดับต่ำ	4	-
ระดับกลาง	8	6
ระดับสูง	4	10

จากตารางที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ พบว่า *ก่อนการจัดการเรียนรู้* นักเรียนส่วนใหญ่ มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบสมมตินัยอยู่ในระดับกลาง จำนวน 14 คนด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ จำนวน 9 คนด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง จำนวน 9 คน และด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับกลาง จำนวน 8 คนและ*หลังการจัดการเรียนรู้* นักเรียนทั้ง 16 คน มีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบสมมตินัย

อยู่ในระดับสูง ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง จำนวน 9 คน ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับสูง จำนวน 14 คนและด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง จำนวน 10 คน

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อน ระหว่าง และหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ

ตารางที่ 3 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อน ระหว่าง และหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ

ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ความถี่) N = 16				
	ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน			หลังเรียน
		วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	
ระดับต่ำ	3	2	1	0	0
ระดับกลาง	10	9	8	2	1
ระดับสูง	3	5	7	14	15

จากตารางที่ 3 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า *ก่อนการจัดการเรียนรู้* นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับกลาง จำนวน 10 คน รองลงมาระดับต่ำและระดับสูง มีค่าเท่ากัน คือ จำนวน 3 คน ตามลำดับ และ*หลังการจัดการเรียนรู้* นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่สูงขึ้น โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูง จำนวน 15 คน ส่วนในระดับกลางนั้นมีเพียง 1 คน สอดคล้องกับการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในใบบันทึกข้อโต้แย้งของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับกลาง จำนวน 9 คน รองลงมาระดับสูงจำนวน 5 คน และระดับต่ำจำนวน 2 คนตามลำดับ วงจรปฏิบัติที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับกลางจำนวน 8 คน รองลงมาระดับสูงจำนวน 7 คนและระดับต่ำเพียง 1 คนตามลำดับและวงจรปฏิบัติที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง จำนวน 14 คน รองลงมาระดับกลาง จำนวน 2 คนตามลำดับ

3. ผลการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 4 ผลการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ก่อนและหลังเรียน

ระดับจิตวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียนตามระดับจิตวิทยาศาสตร์ (ความถี่) N = 16	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก	2	**11**
มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับดี	**5**	4
มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง	4	1
มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับน้อย	4	0
มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับน้อยมาก	1	0
รวม	**16**	**16**

จากตารางที่ 4 ผลการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า*ก่อนการจัดการเรียนรู้* นักเรียนส่วนใหญ่มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับดี จำนวน 5 คน จิตวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลางและระดับน้อยมีจำนวนเท่ากัน จำนวน 4

คนจิตวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก จำนวน 2 คน และจิตวิทยาศาสตร์ในระดับน้อยมากจำนวน 1 คน ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาการมีจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ *หลังการจัดการเรียนรู้โต้แย้ง* พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก จำนวน 11 คน รองลงมาจิตวิทยาศาสตร์ในระดับดี จำนวน 4 คน และจิตวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง จำนวน 1 คน ตามลำดับ

4. ผลการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ 10 ด้าน เรื่องน้ำและวัฏจักรของน้ำ ก่อนเรียนและหลัง การจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ตารางที่ 5 ผลการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ 10 ด้าน เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ก่อนและหลังเรียน

คุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์	ความถี่ของจำนวนนักเรียนตามระดับขั้นความรู้สึกของ Krathwohl และคนอื่น ๆ (1964)							
	ก่อนการจัดการเรียนรู้				หลังการจัดการเรียนรู้			
	4	3	2	1	4	3	2	1
1. ความอยากรู้อยากเห็น	8	6	2	-	14	2	-	-
2. ความมีเหตุผล	12	4	-	-	14	2	-	-
3. ความใจกว้าง	12	3	1	-	15	1	-	-
4. ความซื่อสัตย์	8	8	-	-	14	2	-	-
5. ความพากเพียรพยายามมุ่งมั่น	11	3	2	-	15	1	-	-
6. ความร่วมมือช่วยเหลือ	12	2	2	-	15	1	-	-
7. ความรับผิดชอบ	11	2	3	-	13	3	-	-
8. ความรอบคอบ	9	5	2	-	14	2	-	-
9. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1	9	6	-	12	4	-	-
10. การมีเจตนาที่ดีต่อวิทยาศาสตร์	9	5	2	-	16	-	-	-

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ 10 ด้าน เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จากการวิเคราะห์แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ตามระดับขั้นความรู้สึกของ Krathwohl และคนอื่น ๆ (1964) *ก่อนการจัดการเรียนรู้* พบว่า คุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ 8 ด้าน (ดังตารางที่ 5) คำตอบของนักเรียนอยู่ในขั้นจัดระบบ/ลักษณะนิสัย มากที่สุด โดยคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์ คำตอบของนักเรียนอยู่ในขั้นจัดระบบ/ลักษณะนิสัย และขั้นรู้คุณค่ามีจำนวนคำตอบเท่ากัน และคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คำตอบของนักเรียนอยู่ในขั้นรู้คุณค่า มากที่สุด และ*หลังการจัดการเรียนรู้* พบว่า คุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ 10 ด้าน (ดังตารางที่ 5) คำตอบของนักเรียนจะอยู่ในขั้นจัดระบบ/ลักษณะนิสัยทั้งหมด

อภิปรายผล

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่สูงขึ้น โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูง จำนวน 15 คน ส่วนในระดับกลางนั้นมีเพียง 1 คน ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ทั้งนี้ก็เนื่องจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การที่ให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ การเปลี่ยนสถานะของน้ำ การเกิด

วัฏจักรของน้ำ การเกิดเมฆและหมอก การเกิดฝน รวมทั้งการทดลองในเรื่องต่าง ๆ ของแต่ละวงจร การคาดคะเนคำตอบ สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งนักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าและการทดลองนำมาสร้างเป็นข้อโต้แย้งในการตอบคำถามสำคัญของแต่ละวงจร หรือการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของข้อมูลที่น่าเชื่อถือและมีที่มาของข้อมูล รวมทั้งมีการให้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างสมเหตุสมผลและเหมาะสม เป็นต้น จนนำไปสู่การลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผลที่มีความสมเหตุสมผล จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมตินัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย และรวมไปถึงความสามารถทางด้านความคิดอื่น ๆ ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนั่นเอง สอดคล้องกับ Lawson (2009: 336 - 364) ที่มีการกล่าวถึง การสร้างข้อโต้แย้งว่าเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับ Samson, Grooms & Walker (2010: 1-20) ที่ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า สามารถพัฒนาความสามารถในการใช้หลักฐานและเหตุผลของนักเรียนระดับอุดมศึกษาได้ เนื่องจากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีแนวการสอนแบบสืบเสาะและสร้างบริบทในการโต้แย้งให้กับนักเรียน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม (Berland & Reiser, 2009: 28) และสอดคล้องกับงานของ (Pattharawan, 2015) ที่พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นักเรียนมีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้น และงานของ (Nalinee, 2018) ที่พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีการโต้แย้ง มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์มากขึ้น จากก่อนเรียน และงานของ (Panisara, 2017) ที่พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับวิธีการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวนนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีทักษะสมบูรณ์ และกลุ่มทักษะค่อนข้างสมบูรณ์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และงานของ (Sirinoot, 2017) ผลการวิจัยชี้ว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่มีจิตวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก คือ จำนวน 11 คน ซึ่งถือว่านักเรียนมีพฤติกรรมบ่งชี้จิตวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก เนื่องจากนักเรียนได้รับคำถามสำคัญที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่นักเรียนได้พบเจอและมีความน่าสนใจ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและอยากรู้อยากเห็น ในการหาข้อมูลรวมทั้งการทำกิจกรรมการทดลอง ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานกลุ่ม ร่วมมือช่วยเหลือกัน ช่วยกันคิดหาวิธีในการรวบรวมข้อมูลอย่างรอบคอบ เพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุและผลสอดคล้องกับ ผลการวิจัยของ (Como, 1992) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อเจคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 ส่งผลให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการให้นักเรียนเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการฝึกฝนอย่างเป็นระบบ เป็นทักษะทางสติปัญญา

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบ คาดคะเนคำตอบ รวบรวมหลักฐานที่เป็นเชิงประจักษ์ และลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล โดยข้อสรุปของแต่ละคำถามสำคัญควรมีความหลากหลาย เพื่อให้นักเรียนนำข้อโต้แย้งชั่วคราวมาใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

1.2 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ครูผู้สอนควรอธิบายถึงองค์ประกอบที่สำคัญของแผนผังแสดงข้อโต้แย้ง ได้แก่ คำตอบของคำถามสำคัญ หลักฐานและการให้เหตุผล ให้นักเรียนทุกคนเข้าใจตรงกันก่อน เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวออกมาได้อย่างเหมาะสมกับคำถามสำคัญที่นักเรียนได้รับมอบหมาย

1.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการส่งเสริมพฤติกรรมบ่งชี้จิตวิทยาศาสตร์ เพราะ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เพื่อรวบรวมหลักฐานที่น่าเชื่อถือ มาใช้เป็นหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำถามสำคัญ และสร้างข้อโต้แย้งของตัวเองได้ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวจะช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนมีพฤติกรรมบ่งชี้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ซึ่งหากจะนำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้ในการส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ ควรจะมีแบบบันทึกพฤติกรรมจิตวิทยาศาสตร์ขณะนักเรียนได้ทำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เพื่อจะได้ข้อมูลที่หลากหลายในการประเมินจิตวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากในระหว่างการวิจัยพบว่าข้อคำถามเกี่ยวกับการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย มิได้แยกออกจากกันอย่างชัดเจน ดังนั้นในงานวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัยว่ามีความสัมพันธ์ต่อกันหรือไม่ อย่างไร เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และการออกแบบข้อคำถามเพื่อวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ประเภทให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น หรือในการจัดกิจกรรมครั้งต่อไปอาจมุ่งเน้นไปที่ตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง เพื่อกระชับเวลาในการจัดการเรียนรู้ และเพื่อการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นอาจนำวิธีการจัดการเรียนรู้นี้ไปพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ต่อไป เนื่องจากทักษะเหล่านี้มีลักษณะร่วมบางประการที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ ต้องมีการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือในการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างเช่นเดียวกัน

2.3 การสร้างคำถามสำคัญที่มีประสิทธิภาพสามารถกระตุ้นการโต้แย้งของนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายได้ และการฝึกนักเรียนให้นำเหตุผลและหลักฐานเชิงประจักษ์มาใช้ร่วมในการอธิบาย สามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายที่เหมาะสมต่อสมมติฐานหรือคำตอบนั้นได้ดียิ่งขึ้น

2.4 การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วางแผนการสืบค้นข้อมูลและออกแบบกิจกรรมการทดลอง ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะการสังเกตและรวบรวมข้อมูล ทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจใช้ข้อมูลที่เหมาะสมได้ รวมทั้งการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นทีมในการวิเคราะห์ข้อมูลรายกลุ่ม สู่การนำเสนอและสร้างข้อสรุปของห้องเรียน สามารถส่งเสริมนักเรียนในด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย

2.5 การจัดกิจกรรมการโต้แย้งเพื่อลงข้อสรุปสามารถส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจใช้หลักฐานประกอบการให้เหตุผลที่เหมาะสมได้

References

Berland, L.K. & Reiser, B. J. (2011). Classroom Communities' *Adaptations of the Practice of Scientific Argumentation. Science Education*, *95,* 191-216.

Kemmis, S. & McTaggart, M., Eds. (1988). *The Action Research Planner*. Victoria, Australia: Deakin University.

Krathowhl, D. R., Bloom, B.S. & Masia, B.B. (1964) Taxonomy of Education Objectives, *the classification of educational goals Huandbook II: Affective Domain.* New York: McKay.

Kolsto, S. D. (2001). Science literacy for citizenship: Tools for dealing with the science. *Science Education*, *85*(3), 291-310.

Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education, 77*(3), 319-337.

Lawson, A.E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Science Education, 94*(2), 336-364.

Luecha L. & Ladapa, S. (2013). Fourth grade students' scientific reasoning. *Naresuan University Journal, 21* (3). [In Thai]

Ministry of Education. (2010). *Education Act National, 1999 and Amended (No.2nd)*, 2002. And (NO.3), 2010. Bangkok: Teacher Council Lardprao. [In Thai]

Nalinee, S. (2018). *The Development of Grade Tenth Students' Scientific Reasoning Ability through Argument -Driven Inquiry*. Master Thesis of Education, Kasetsart University. [In Thai]

Organization for Economic Cooperation and Development [OECD]. 2013. *PISA 2015: Draft Science Framework.* Retrieved from http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20pdf.

Partnership for 21st Century Skills. (2007). *Framework for 21st century learning*. Retrieved from http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_framework_0816.pdf.

Panisara, S. (2017). *The Development of Scientific Argumentation Skills of Grade 10 Students through the Integration of Argumentation into Problem-Based Learning in Natural Resources and Environmental Issues. Mater Degree t*hesis of Education, Kasetsart University. [In Thai]

Pattharawan, C. (2015). *An Action Research on Enhancing Grade 10 Student's Scientific Reasoning Ability In Learning the Topic of Stoichiometry using Argument Driven Inquiry Model*. Master Degree thesis of Education, Naresuan University. [In Thai]

Sirinoot, K. (2017). *The Development of Grade 11th Students' Scientific Reasoning Ability by Using Inquiry-based Learning.* Master Degree thesis of Education, Kasetsart University. [In Thai]

Sampson, V., J. Grooms. & J. P. Walker. (2010). *Argument-Driven Inquiry as a way to help student learn how to participate in scientific argumentation and craft Written Arguments: An Exploratory Study.* Science Education, 95(2), 217-257.

Santichai, A. (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*. Master Degree thesis of Education, Chulalongkorn University). [In Thai}

Walker, J., V. Sampson. & C. Zimmerman. (2011). Argument-driven inquiry: An introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs*. Journal of Chemical Education*, *88*(10), 1048-1056.