

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล
เชิงวิทยาศาสตร์และความเข้าใจแนวคิดเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Effects of Argument-Based Inquiry Instruction on Scientific Reasoning
Ability and The Understanding of Concepts of Force and Motion
for Grade 10 Students

ชนนทีลลิตธิ ปิยศักดิ์เปรมสุข* ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์** และดวงเดือน สุวรรณจินดา**

*ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

**สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Chanonsit Piyasakpremsuk* Tweesak Chindanurak** and Duongdearn Suwanjinda**

* Master of Education Department of Education Sukhothai Thamathirath Open University

** Department of Educational Sukhothai Thammathirath Open University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งของระดับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ที่กำลังเรียนรายวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวนกลุ่มละ 50 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง เป็นแผนจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการสร้างนวัตกรรมให้นักเรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ที่ สนับสนุนการสร้างองค์ความรู้ การสร้างโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ การทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งมีความเข้าใจแนวคิดเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ แรงและการเคลื่อนที่

Abstract

This research aims to: 1) Compare the ability of scientific reasoning before and after class with the argumentative based learning management of Grade 10 Students. 2) Compare the conceptual understanding of force and motion. Before and after class with a controversial-based learning management of Grade 10 Students.

The group studied is Grade 10 Students, Science-Math Plan, Semester 1, Academic Year 2020, who are studying the Physics course. A school in Samut Prakan Province Which was obtained from a random sampling of 50 people per group

The research tool was a controversial-based quest based learning plan. It is a learning management plan that focuses on creating innovation that students can pursue knowledge that Support the creation of knowledge Creation using the Scientific Reasoning Ability Questionnaire And a measure for understanding of the concept of force and motion. The statistics used in the research were mean, standard deviation, and t-test.

The results of the research showed that (1) the results of the disputes-based learning management of Grade 10 Students students after the disputes-based learning management. This resulted in students having significantly higher scientific reasoning ability than before studying at the .05 level. (2) Students who received argument-based tracing learning had a significantly higher understanding of the concept of force and motion than students who received regular learning at the .05 level.

Keywords: Argument-based Inquiry Learning Activities, Scientific Reasoning Ability, Concepts, Force and Motion

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ว่าวิชาวิทยาศาสตร์จะสามารถอธิบายความเป็นไปในธรรมชาติ สนับสนุนการเกิดเทคโนโลยีที่ช่วยอำนวยความสะดวก ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น การจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาให้มนุษย์มีความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล มีความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ ตลอดจนการนำความรู้ที่นำมาแก้ปัญหาและช่วยในการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายสามารถตรวจสอบได้ เป้าหมายของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์นั้นเพื่อให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล มี วิจารณ์ญาณ มีความสร้างสรรค์ มีคุณธรรมจริยธรรม ในการประกอบอาชีพ การดำรงชีวิต รวมไปถึงการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน (Osborne, 2007 & IPST, 2017) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประเมินระดับนานาชาติตามโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) และ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ที่มุ่งเน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง เน้นนักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหา อธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นลำดับขั้นตอนรวมถึงการตัดสินใจต่อประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของหลักฐานหรือประจักษ์พยาน จากผลการประเมินทั้ง 2 โครงการพบว่าประเทศไทยยังมีการประเมินต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (Organization of Economic Cooperation and Development) (MOE, 2017) จึงแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาและแก้ไขอย่างเร่งด่วน เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา สามารถอธิบายทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งให้เหตุผลที่สัมพันธ์กับหลักฐานเชิงประจักษ์และเชื่อมโยงสู่ชีวิตจริง โดยผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ซึ่งรูปแบบที่สนับสนุนการแก้ปัญหา ดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม คือ การโต้แย้ง(Argumentation) (Dawson & Venville, 2010)

การโต้แย้งมีองค์ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง (Claims) หลักฐาน (Evidences) และการให้เหตุผล (Reasoning) โดยจะใช้หลักฐานที่แสดงถึงความเป็นเหตุเป็นผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง สิ่งที่จะนำมาใช้เป็นหลักฐานได้จะต้องเกิดจากการวัด การสังเกต หรือข้อค้นพบที่มีการบันทึก วิเคราะห์และตีความจากผู้ค้นพบแล้ว การให้เหตุผลในการโต้แย้งอาจเป็นส่วนหนึ่งของความขัดแย้งทางความคิดหรืออาจแสดงให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะตัวของหลักฐานที่นำมาใช้เป็นตัวเลือก ตลอดจนแสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่

นำมาสนับสนุนโดยที่หลักฐานนั้นเป็นเหตุเป็นผลมาก เพียงพอ (Sampson & Blanchard, 2012; Simon, 2011)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการโต้แย้งเป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนปฏิบัติและคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการโต้แย้งแบบวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบ เทคนิคที่ส่งเสริมการโต้แย้ง และ กระบวนการสอนด้วยการโต้แย้งด้วยกระบวนการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม (engagement) รับรู้แบบวิทยาศาสตร์ เช่น สร้างข้อกล่าวอ้าง พิจารณา นำเสนอและตั้งคำถาม ส่งเสริมให้นักเรียนสนับสนุนแนวคิดตนเองด้วยหลักฐานที่ถูกต้อง และท้าทาย แนวคิดตรงกันข้ามด้วยแนวคิดที่คัดค้านวนได้ (countering ideas) (Kelly & Takao, 2002) ใช้กระบวนการอธิบายที่มีหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเก็บและวิเคราะห์ ข้อมูล อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ครูจะเน้นให้นักเรียนจำสูตร นำไปใช้ในการแทนค่าสูตรให้ถูกต้อง ซึ่งไม่สามารถสร้างให้นักเรียนนั้นมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายคำตอบโดยการใช้อยู่หลักการของเหตุและผลได้ หรือบางครั้งคำตอบที่ได้นั้นแสดงเหตุผลประกอบที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) แสดงให้เห็นอยู่เสมอ (Jimoyiannis & Komis, 2003) ทั้งนี้จากการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ พบว่า การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐานในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ครูผู้สอนมีการกำหนดสถานการณ์ที่ตายตัวเข้าใจง่ายเป็นการทดลองที่ไม่ซับซ้อนเพื่อหลีกเลี่ยงผลที่เกิดจากตัวแปรอื่น ๆ จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่อยู่ในระดับสูงขึ้นได้ ซึ่งจะเห็นได้จากการที่นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ในเรื่องของไฟฟ้าและแม่เหล็กได้ รวมถึงไม่สามารถเรียนรู้จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องตามเป้าหมายของการพัฒนาการศึกษา ดังนั้นรูปแบบการโต้แย้งจึงถูกนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมทางการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถศึกษาได้จากนักวิจัย เช่น (Kuhn & Udell, 2003) กล่าวว่า การเพิ่มกิจกรรมที่ส่งเสริมการโต้แย้งให้มากขึ้นจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการโต้แย้งของนักเรียนได้มากขึ้นเช่นกัน

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งยังช่วยพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการ

ทดสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบ โดยนักเรียนทดสอบสมมติฐานผ่านการสำรวจตรวจสอบโดยการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสมมติฐาน และเมื่อสมมติฐานได้รับการปฏิเสธเพราะหลักฐานไม่มีความเป็นเหตุเป็นผลที่เพียงพอ ก็จะมีการสร้างสมมติฐานใหม่ (Sandoval, 2005) การตั้งสมมติฐาน การใช้หลักฐาน และใช้เหตุผลเพื่อนำไปสู่การสรุปนั้นจัดเป็นส่วนหนึ่งในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของบุคคลเป็นการคิดเชื่อมโยงระหว่างหลักการโดยทั่วไปกับความเป็นรูปประธรรม และการให้เหตุผลยังถูกนำมาใช้ในกระบวนการค้นพบองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ ซึ่งลักษณะกิจกรรมของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะต้องให้โอกาสนักเรียนได้มีการตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการปฏิบัติการทดลอง จนกระทั่งนำข้อมูลที่ได้มาสร้างคำพยากรณ์ ลักษณะกิจกรรมนี้จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถประเมินข้อมูลข่าวสารอย่างมีวิจารณญาณ อีกทั้งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังมีส่วนช่วยส่งเสริมพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจนสามารถนำไปสู่การเป็นบุคคลผู้มีความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Giere, 1988)

และนอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งยังเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาโมทัศน์ ซึ่งเป็นแนวการสอนสำหรับการแก้ปัญหาฟิสิกส์ที่มีความยืดหยุ่นสามารถปรับใช้ได้กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิธีการสอนและสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการและความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน (Hand, 2009) การจัดการเรียนการสอนในเรื่องความเข้าใจโมทัศน์จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการที่เน้นให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ที่สำคัญด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้การสังเกตข้อเท็จจริง รวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์ที่นักเรียนได้พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งมีกระบวนการจัดกระทำข้อมูล อธิบายข้อมูลได้อย่างมีเหตุผลเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Lederman, 2004) จากการศึกษาและวิเคราะห์งานวิจัยรูปแบบและวิธีการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนและพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง สามารถพัฒนาความเข้าใจโมทัศน์ โดยอาศัย

หลักการและแนวความรู้ทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget และแนวคิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Posner ซึ่งแนวคิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ใหม่ของ Posner จำเป็นต้องทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งจึงมีความจำเป็นและสำคัญอย่างมากในการพัฒนาการคิดของนักเรียน

ผู้วิจัยมีความสนใจในการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่ออยู่ในบริบทสังคมโลก ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนกับชีวิตประจำวัน เนื่องจากเป็นเรื่องที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ และนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้แก้ปัญหา อันจะเป็นแนวทางที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจวิชาฟิสิกส์ได้เป็นอย่างดี มีทักษะในการดำเนินชีวิตในสังคม และมีพื้นฐานที่ดีในการเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับสูง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง
2. เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มที่ศึกษา

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 205 คน

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่กำลังเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) จำนวน 2 กลุ่ม แล้วดำเนินการสุ่มทดลอง (Treatment Random) เป็นกลุ่มทดลองโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง และกลุ่มควบคุมโดยใช้การสอนแบบปกติ กลุ่มละ 50 คน

2. ตัวแปร

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง

2.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ ความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

3. เนื้อหาสาระ คือ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ วิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (ฟิสิกส์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. นวัตกรรมที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 7 แผน รวม 20 คาบเรียน ผ่านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) จุดประกายความคิด (2) สำรวจค้นหา (3) สร้างข้อกล่าวอ้าง (4) การโต้แย้ง และ (5) การสะท้อนแนวคิด ผลการพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้พบว่ามีความเหมาะสมทุกแผน

2. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการออกแบบและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ได้แก่ 1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเป็นแบบทดสอบอัตนัยจาก 3 สถานการณ์โดยแต่ละสถานการณ์มี 4 คำถามย่อย รวมทั้งหมด 12 ข้อ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่า มีค่าระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 มีค่า

ความยาก (p) ระหว่าง 0.53-0.72 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.38-0.56 และค่าความเที่ยงทั้งฉบับ โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha- coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) เท่ากับ 0.88 และ 2) แบบวัดความเข้าใจใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) โดยพิจารณาคัดขี้นความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่า มีค่าระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.32-0.58 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.29-0.71 และค่าความเที่ยงทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kruder Richardson) เท่ากับ 0.92

จากการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งนั้น ซึ่งเป็นแผนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนการสร้างองค์ความรู้จากการใช้หลักฐานที่นักเรียนสามารถรวบรวมโดยวิธีการต่าง ๆ เพื่อนำไปสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้และนำไปสู่การลงข้อสรุปโดยผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การคิด การเขียน การนำเสนอ การโต้แย้ง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลที่จะยอมรับความคิดเห็นใด ๆ โดยเคารพความคิดเห็นอื่นที่แตกต่างเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ จุดประกายความคิด สืบค้นหา สร้างข้อกล่าวอ้าง การโต้แย้ง และการสะท้อนแนวคิด โดยมุ่งเน้นการใช้สถานการณ์เพื่อมุ่งนำประเด็นที่จะสอน หรือใช้เหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น เนื้อหาปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ใช้สถานการณ์ “Running Men” ในการช่วยสร้างข้อโต้แย้งของนักเรียนภายในกลุ่ม ด้วยการการแข่งขัน Running Men ผู้เข้าแข่งขันทั้ง 4 คน (มาร์ค, เจโน่, ขาน และนานะ) จะต้องวิ่งเข้าเส้นชัยโดยจะใช้เส้นทางไหนก็ได้ โดยทำการแข่งขันกันที่ Central Park ให้นักเรียนพิจารณาว่าความคิดเห็นของใครในสถานการณ์ที่ไม่ถูกต้อง เป็นต้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง เป็นการทดลองแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experiment Design) (Tweerat, 2000) มีวิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ก่อนการจัดการการเรียนรู้ ทำการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ ความเข้าใจใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

2. ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้ในการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มทดลอง พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยมีการบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับปรุง และพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ทำการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ ความเข้าใจใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนกับหลังเรียนของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งโดย

1. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง

2. เปรียบเทียบความเข้าใจใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง

ผลการศึกษา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
บนฐานการโต้แย้ง ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 1

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการให้
เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง

การทดสอบ	n	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t
คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง					
ก่อนเรียน	50	22.34	2.44	5.08	12.673*
หลังเรียน	50	27.42	2.60		

*p<.05

จากตารางที่ 1 พบว่าเมื่อวัดความสามารถใน
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของกลุ่มทดลอง มี
คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 27.42 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ย
ก่อนเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.34 คะแนน อย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง ส่งผลให้นักเรียนมี
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถใน
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองก่อนเรียน
และหลังเรียน ตามรูปแบบความครบถ้วนขององค์ประกอบ
ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุป
พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ ความสอดคล้องของหลักฐาน
หรือข้อเท็จจริง กับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
และการอธิบายเหตุผลเชื่อมโยงหลักฐานและข้อสรุป ดัง
ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจำแนกคะแนนเฉลี่ยของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนและหลังเรียน ตามรูปแบบ
ความครบถ้วนขององค์ประกอบในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปพร้อมทั้งยกตัวอย่าง
ประกอบ ความสอดคล้องของหลักฐานหรือข้อเท็จจริง กับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และ การอธิบาย
เหตุผลเชื่อมโยงหลักฐานและข้อสรุป

รูปแบบของการ ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ร้อยละ ความก้าวหน้า
	ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ย	S.D	ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ย	S.D	
ความครบถ้วนขององค์ประกอบในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	62.67	0.81	81.33	0.71	18.66
เหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปพร้อมทั้ง ยกตัวอย่างประกอบ	59.33	0.81	77.33	0.73	18.00
ความสอดคล้องของหลักฐานหรือข้อเท็จจริง กับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	61.33	0.77	75.33	0.76	14.00
การอธิบายเหตุผลเชื่อมโยงหลักฐานและ ข้อสรุป	64.67	0.82	70.33	0.72	5.66

จากตารางที่ 2 พบว่า รูปแบบของการให้เหตุผล
เชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจากมากไปน้อย
ตามลำดับดังนี้ ความครบถ้วนขององค์ประกอบในการให้
เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปพร้อมทั้ง

ยกตัวอย่างประกอบ ความสอดคล้องของหลักฐานหรือ
ข้อเท็จจริง กับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และ
การอธิบายเหตุผลเชื่อมโยงหลักฐานและข้อสรุป เมื่อ
พิจารณาร้อยละความก้าวหน้าพบว่านักเรียนสามารถ

พัฒนาจากมากไปน้อยตามลำดับดังนี้ ความครบถ้วนขององค์ประกอบในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ ความสอดคล้องของหลักฐานหรือข้อเท็จจริง กับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และ การอธิบายเหตุผลเชื่อมโยงหลักฐานและข้อสรุป ซึ่งนักเรียนสามารถพัฒนารูปแบบการให้เหตุผลของตนเองโดยได้ข้อมูลจากการสืบค้น นำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาเขียนเป็นข้อสรุปของตนเอง นำข้อสรุปของตนเองมาอภิปรายร่วมกับเพื่อนนักเรียนในกลุ่มมีการใช้หลักฐาน ข้อกล่าวอ้างของตนเอง นักเรียนเกิดการโต้แย้งกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งบันทึกผลการโต้แย้งลงในแบบบันทึกการโต้แย้ง พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลายโดยมีการยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

จนกระทั่งได้ข้อสรุปในกลุ่มของตนเอง และให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอข้อสรุปนั้นต่อหน้าเพื่อนนักเรียนทั้งห้องแล้วให้ทุกกลุ่มโต้แย้ง หรือสนับสนุนความคิดเห็นดังกล่าว นักเรียนที่มีข้อโต้แย้งจะต้องแสดงหลักฐานของกลุ่มตนเองเพื่อช่วยอธิบายข้อโต้แย้งนั้น หรือนักเรียนที่สนับสนุนข้อสรุปนั้นก็ต้องใช้หลักฐานของกลุ่มตนเองช่วยอธิบายข้อสรุปนั้นเช่นเดียวกัน

2. การเปรียบเทียบความเข้าใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง

การทดสอบ	n	Mean	S.D.	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t
คะแนนความเข้าใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของกลุ่มทดลอง					
ก่อนเรียน	50	13.66	4.60	7.54	9.335*
หลังเรียน	50	21.20	3.13		

*p< .05

จากตารางที่ 3 พบว่าเมื่อวัดความเข้าใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียนของกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.20 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.66 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่สูงขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำแนกตามเนื้อหา ผลปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโน้ตค้น เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของกลุ่มทดลอง จำแนกตามเนื้อหา

เนื้อหา	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ร้อยละความก้าวหน้า
	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	S.D	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	S.D	
ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ	39.00	0.99	64.50	1.07	25.50
กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณการเคลื่อนที่	35.50	1.13	74.50	1.03	39.00
การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวราบ	48.50	1.46	85.00	0.63	36.50
การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวตั้ง	46.50	1.55	68.00	0.88	21.50
แรง มวล น้ำหนักและกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล	48.00	1.34	63.00	0.90	15.00
กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	55.00	1.21	90.00	1.23	35.00
แรงเสียดทาน	69.00	1.15	85.00	1.12	16.00

จากตารางที่ 4 พบว่า ความเข้าใจโน้ตค้น เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจากมากไปน้อยตามลำดับเนื้อหา ดังนี้ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน แรงเสียดทาน การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวราบ กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวตั้ง ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ และแรง มวล น้ำหนักและกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล เมื่อพิจารณาจากร้อยละความก้าวหน้าพบว่าเนื้อหาที่มีคะแนนร้อยละความก้าวหน้าจากมากไปน้อยตามลำดับเนื้อหา ดังนี้ กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวราบ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ การเคลื่อนที่ 1 มิติด้วยความเร่งคงที่ในแนวตั้ง แรงเสียดทาน และแรง มวล น้ำหนักและกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล

สรุปและอภิปรายผล

1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง ก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน จากผลการวิจัยพบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 27.42 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.34 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการ

เรียนรู้ในรูปแบบของการสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการสร้างคำอธิบายซึ่งตั้งอยู่บนหลักการของเหตุผลและยังเน้นให้นักเรียนแสดงความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกันของเหตุและผลโดยอาศัยหลักฐาน ข้อมูล เพื่อสนับสนุนให้เกิดกระบวนการการทำงานเช่นเดียวกันกับนักวิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การคิด การเขียน การนำเสนอ การโต้แย้ง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลที่จะยอมรับความคิดเห็นใด ๆ โดยเคารพความคิดเห็นอื่นที่แตกต่างเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้อย่างมีเหตุผล มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ จุดประกายความคิด สืบค้นหา สร้างข้อกล่าวอ้าง การโต้แย้ง และการสะท้อนแนวคิด โดยมุ่งเน้นการใช้สถานการณ์เพื่อมุ่งนำประเด็นที่จะสอน หรือใช้เหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น เนื้อหาปริมาณที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ใช้สถานการณ์ “Running Men” ในการช่วยสร้างข้อโต้แย้งของนักเรียนภายในกลุ่ม ด้วยการการแข่งขัน Running Men ผู้เข้าแข่งขันทั้ง 4 คน (มาร์ค, เจโน่, ชาน และนานะ) จะต้องวิ่งเข้าเส้นชัยโดยจะใช้เส้นทางไหนก็ได้ โดยทำการแข่งขันกันที่ Central Park ให้นักเรียนพิจารณาว่าความคิดเห็นของใครในสถานการณ์ที่ไม่ถูกต้อง เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ (Wellington & Ireson, 2012) ที่ถือว่าเป็นกิจกรรมทางสังคมเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ที่ทำให้นักเรียนได้เกิดทักษะการคิดเพื่อ

พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิวิจารณ์ อันจะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของการแสวงหาความรู้ โดยผ่านกระบวนการที่เน้นให้นักเรียนสามารถอธิบายและแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำอธิบายที่ตนเองสร้างขึ้นด้วยการร่วมอภิปรายกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน (Kuhn, 2010) กิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูได้ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างสม่ำเสมอและยังใช้คำถามปลายเปิดจำนวน 7 ข้อในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เป็นตัวช่วยในการนำทางสู่การเขียนข้อโต้แย้งที่ดี จนกระทั่งนักเรียนสามารถนำทักษะการสร้างข้อโต้แย้ง มาใช้ในการแสดงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พร้อมกับการสร้างข้อโต้แย้งสนับสนุนความคิดของตนเอง หรือแม้กระทั่งการสร้างข้อโต้แย้งกลับและยังสามารถสร้างข้อคัดค้านได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Dawson & Venville, 2010) ที่พบว่านักเรียนเกรด 10 มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นเมื่อได้รับการเรียนรู้แบบโต้แย้ง

2. ความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง ก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน จากผลการวิจัยพบว่าคะแนนความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียนของกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.20 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.66 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดกิจกรรมสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหาเชิงมโนทัศน์ ทั้งส่วนที่เป็นหลักการ (Principle) ซึ่งเป็นส่วนของการระบุหลักการหรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและส่วนของการให้เหตุผล (Justification) ซึ่งเป็นส่วนของการนำหลักการหรือมโนทัศน์ที่ระบุไว้ในส่วนแรก มาใช้อธิบายวิธีการและเหตุผลในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา จากทั้งสองส่วนนี้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งจึงใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน ประกอบกับข้อสังเกตที่ได้จากงานวิจัยซึ่งพบว่าในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้ทบทวนมโนทัศน์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ในกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น เรื่องมาร์คนิ่งรถไฟ ที่นักเรียนมีสสัยว่าข้อสรุปของผู้ใดถูกต้องมากที่สุด และนักเรียนจะต้องใช้มโนทัศน์ของตนเองในการแก้ปัญหาซึ่งอาจจะใช้วิธีการสรุปหลักการรวมไปถึงการคำนวณร่วมด้วย ซึ่งนักเรียนจะได้ทบทวนมโนทัศน์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างเพื่อน และครูเป็นผู้ใช้

คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงมโนทัศน์นั้นเข้ากับกระบวนการแก้ปัญหา จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์เรื่องนั้น ๆ เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เพื่อทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ต่าง ๆ จนกระทั่งนำไปสู่การแก้ปัญหา การยอมรับหรือปฏิเสธความคิดเห็นของผู้อื่นโดยใช้หลักฐานและข้อมูลในการสนับสนุนความคิดของตนเอง โดยที่นักเรียนสามารถแสดงออกได้ทั้งการพูดและการเขียน (Sampson & Blanchard, 2012; Zohar & Nemet, 2002) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้กิจกรรมการโต้แย้งในประเด็นที่มีการถกเถียงเกี่ยวกับพันธุกรรมมนุษย์ที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์วิชาชีววิทยาของนักเรียนเกรด 9 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความเข้าใจมโนทัศน์วิชาชีววิทยาและความสามารถในการโต้แย้ง ผลปรากฏว่าคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองมีคะแนนความเข้าใจมโนทัศน์วิชาชีววิทยาสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม และยังพบว่านักเรียนที่มีคะแนนความเข้าใจมโนทัศน์สูงจะสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้ดีด้วยเช่นกัน ซึ่งผลการวิจัยคล้ายกันกับ (Punpruksa, 2012) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการสอนโดยใช้บริบทเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการนำความรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ไปใช้จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FEACA มีคะแนนหลังเรียนด้านความเข้าใจมโนทัศน์และการคิดวิเคราะห์ที่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้ง ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเหมาะสมกับนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ทุกระดับและยังให้ความสำคัญกับการทำงานร่วมกันเป็นทีม ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

1.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งนี้ครูผู้สอนจำเป็นต้องอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการโต้แย้ง แบบบันทึกการโต้แย้ง การให้เหตุผลพร้อมยกตัวอย่างประเด็นโต้แย้งที่น่าสนใจเพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย

1.3 ครูผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมการจัดการเรียนรู้ของตนเองก่อน ทางด้านสื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาขั้นตอนการสอนอย่างถี่ถ้วน พร้อมทั้งจะต้องนำไปทดสอบก่อนการใช้งานจริง ทั้งนี้สถานการณ์ที่นำมาเป็นตัวอย่างในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนสามารถประยุกต์และปรับให้เข้ากับบริบทหรือรูปแบบของนักเรียนในแต่ละท้องถิ่นเพื่อความเหมาะสมได้

1.4 ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด ตั้งคำถาม พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม เพราะนักเรียนบางคนไม่คุ้นเคยกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ เมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะนี้ แล้วครูผู้สอนจึงค่อย ๆ ลดบทบาทการเป็นผู้นำในการจัดกิจกรรมของการเป็นผู้นำของตนเองลงและเน้นนักเรียนให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันให้มากขึ้น เนื่องจากจะส่งผลให้เกิดบรรยากาศของการจัดกิจกรรมที่สนุกสนานและเป็นแรงบันดาลใจให้เกิดการค้นคว้าหลักฐานที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตน พร้อมทั้งสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองและทำให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออกในการนำเสนอแนวคิดของตนเอง

1.5 ในการจัดกิจกรรมทุกครั้งครูผู้สอนควรเป็นผู้กำหนดตัวแทนกลุ่มเพื่อนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเอง เพื่อกระจายโอกาสให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นและสามารถพูดได้อย่างเป็นธรรมชาติ

1.6 นักเรียนสามารถนำเสนอการโต้แย้งของตนเองได้มากกว่าวิธีการพูดด้วยวาจา อาจให้นักเรียนเขียนเพื่อแสดงข้อโต้แย้งได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ในระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะบนฐานการโต้แย้งนั้น นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้กลวิธีต่าง ๆ มาช่วยในการสื่อสารสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในรูปแบบข้อความ ภาพวาด สัญลักษณ์ หรือตัวแปรที่ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น รวมถึงกระบวนการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และกระบวนการทางฟิสิกส์ แสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ ได้แก่ ความมีเหตุผล ทักษะกระบวนการ เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาตัวแปรดังกล่าว เพื่อให้ครอบคลุมเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

2.2 ข้อค้นพบอีกประการคือ นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ เช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความเร่งในทิศทางที่วัตถุมีการเคลื่อนที่หรือทิศทางที่ตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ จึงส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งนักเรียนควรวางแผนการดำเนินการหาคำตอบอย่างเป็นขั้นตอน โดยการกำหนดสูตรหรือสมการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา และการแทนค่าตัวแปรเมื่อขั้นตอนนี้ผิดพลาดมีผลทำให้เกิดความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ด้วย ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป จึงควรศึกษาเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน ทำให้ไม่สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง เพื่อนำไปสู่แนวทางในการช่วยเหลือให้นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์

References

- Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40(2), 133-148.
- Giere, R. (1988). Explaining science: a cognitive approach. university of Chicago Press. *Chicago IL Gould P*, 139-151.
- Hand, B. (2009). Negotiating science: The critical role of argument in student inquiry. *Science Scope*, 33(2), 76.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2003). Investigating Greek students' ideas about forces and motion. *Research in Science Education*, 33(3), 375-392.
- Kelly, G. J., & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86(3), 314-342.
- Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child development*, 74(5), 1245-1260.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 810-824.

- Lederman, N. (2004). *Syntax of nature of science within inquiry and science instruction*. En Flick, L. y Lederman, N.(Eds.): Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning and teacher education. In: Dordrecht: Kluwer Academic.
- Ministry of Education Thailand (MOE). (2017). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551* Revised form. Bangkok: Office of the basic Education Commission. [In Thai]
- Osborne, J. (2007). Science Education for the Twenty First Century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3).
- Punpruksa K. (2012). *The development of a science teaching and learning model that emphasizes contextual teaching methods to promote analytical thinking and knowledge application. For junior high school students*. Master of Education Thesis in Science Education, Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Sampson, V., & Blanchard, M. R. (2012). Science teachers and scientific argumentation: Trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1122-1148.
- Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89(4), 634-656
- Simon, S. (2011). Argumentation. In R. Edited by Toplis (Ed.), *How Science Works : Exploring Effective Pedagogy and Practice*. New York, USA: Routledge.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology(IPST),Ministry of Education.(2017). Analyzing Science Indicators in *The Science Learning Curriculum Manual (Revised 2017 according to the Axis curriculum,2008, elementary level)*, Ministry of Education. [In Thai]
- Tweerat, P. (2000). *Research methods in behavioral and social science*. 8(1), Bangkok: Organization of Educational and Psychological Testing. Srinakharinwirot University [In Thai]
- Wellington, J., & Ireson, G. (2012). *Science Learning, Science Teaching*. New York, USA: Routledge.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.