

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
และจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
**EFFECTS OF THE LEARNING ACTIVITIES TO PROMOTE THE
UNDERSTANDING OF NATURE OF SCIENCE AND ETHICS FOR
SCIENTISTS OF MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS**

สุภาพรณ จิตรเกต¹, มลิวรรณ นาคขุนทด², สิริณภา กิจเกื้อกุล³
Supapan Jidkate¹, Maliwan Nakkuntod², Sirinapa Kijkuakul³

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาคความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต และ 2) ศึกษาพฤติกรรมด้านจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะจัดการเรียนรู้ตามสถานการณ์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า อุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ จำนวน 41 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ แบบสำรวจความเข้าใจและแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง และ 2) เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ แบบบันทึกพฤติกรรมและแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหา และตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า

ผลการวิจัยพบว่า 1) ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกัน คือก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นบางส่วน แต่หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาคความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทั้ง 3 ด้านคือ ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ไปสู่ความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน โดยเฉพาะในด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นการทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ มีนักเรียนเข้าใจสอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมากที่สุด 2) เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสถานการณ์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ คือ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง และความตระหนักถึงผลจากการนำเอาผลงานทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการจัดกิจกรรม

คำสำคัญ: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, จริยธรรมนักวิทยาศาสตร์

¹ นิสิตระดับมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
Master of Education (Science Education), Faculty of Education, Naresuan University,
E-mail:oil_teacher21@hotmail.com

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
Assistant Professor Dr., Department of Biology, Faculty of Science, Naresuan University

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
Assistant Professor Dr., Department of Education, Faculty of education, Naresuan University

Abstract

The purposes of this study were 1) to develop an understanding of the nature of science in the cells of living things, and 2) to study the ethics for scientists of students while learning through the circumstantial nature of science. The samples used in this study were 41 students studying in Mathayomsuksa 4 of the second semester of the academic year 2014 in Triamudomsuksanomklao Uttaradit School. They were selected by purposive sampling. The instruments used in this study were: 1) the survey and the semi-structured interview to collect data of the understanding of the nature of science and 2) the classroom observation form and the semi-structured interview to collect data of the ethics of scientists. The qualitative data were analyzed using content analysis and were checked with the triangulation technique.

The results show that: 1) there was the difference in the level of the understanding of the nature of science between before and after implementing the study. Before the implementation, some students partly understood in the nature of science. After the students learned with the conducted activities, they developed the understanding of the nature of science in the cells of the living things in three aspects: the scientific world view, the scientific inquiry, and the scientific enterprise. It brought in the understanding of nature of science according to the currently scientists' concept, especially the issue in the scientific inquiry. The students mostly understood the currently scientists' concept about working with scientific approach. It said that working with scientific approach, we need creative thinking and imagination. 2) learning through the circumstantial nature of science, the ethics for scientists of the students i.e. the honesty, the generousness, and the awareness of using the scientific research of others, kept increasing along the time of the implementation.

Keywords: Nature of Science, Ethics for Scientists

ความเป็นมาของปัญหา

เป้าหมายหลักของการจัดการศึกษาทุกระบบคือการเตรียมเยาวชนสำหรับอนาคต ให้เป็นกำลังคนที่มีศักยภาพในอนาคต (สสวท., 2551, หน้า 1) เพื่อการพัฒนาประเทศโดยเฉพาะในด้านการแข่งขันทางเศรษฐกิจระดับนานาชาติ ในกลุ่มประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) มีแนวคิดที่เศรษฐกิจในปัจจุบันมีพื้นฐานอยู่บนวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2551, หน้า 1-2) ซึ่งตัวบ่งชี้บอกศักยภาพในการพัฒนาประเทศนั้นไม่ใช่วุฒิการศึกษา หากเป็นทักษะจริงๆ ของประชาชนที่เป็นตัวทำนายความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจได้ชัดเจน ซึ่งผลการวิจัยชี้ว่าเมื่อประชากรมีความรู้และทักษะที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ซึ่งเรียกว่า Literacy เพิ่มขึ้น การผลิตของแรงงานและค่า GDP ของชาติจะเพิ่มขึ้นด้วย (สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพลิกา ประโมจันย์, 2551, หน้า 1)

Miller (1998, อ้างอิงในจุมพต พุ่มศรีภานนท์, 2549, หน้า 12-13) ได้กล่าวว่า การรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) มี 3 มิติ ที่เป็นองค์ประกอบ คือ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคม DeBore (1991, อ้างอิงใน Akerson, Hanson and Cullen, 2007, p.751) ได้ให้ความคิดเห็นว่าความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สามารถเชื่อมโยงไปสู่การรู้วิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้เอกสารปฏิรูปการศึกษาแห่งชาติ เช่น National Science Education Standards (National Research Council [NRC] 1996) และ Benchmarks for Science Literacy (American Association for the Advancement of Science [AAAS] 1993) แนะนำว่าครูควรช่วยให้นักเรียนไม่ใช่เพียงแต่เข้าใจความรู้วิทยาศาสตร์ และพัฒนาทักษะที่จำเป็นในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังต้องทำให้นักเรียนเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วย (Akerson, Hanson and Cullen, 2007, p.752) ซึ่งการ

ช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือหลักสำคัญในการบรรลุการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Khishfe, 2012, p.490) จากงานวิจัย พบว่า นักเรียนที่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะมีการบูรณาการการใช้วิทยาศาสตร์มากและเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีความสามารถในการคิดขั้นสูงและมีความสามารถที่จะประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Cavallo et al., 2003, อ้างอิงใน Cavallo, 2008, p. 12) จึงเห็นได้ว่าในการสอนให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้อิทธิพลของวิทยาศาสตร์ไม่ใช่แค่การสอนเพียงเนื้อหา แต่จะต้องให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย สอดคล้องกับ สิริณภา กิจเกื้อกูล (2556, หน้า 137) ที่ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า คือ การสร้างผู้รู้วิทยาศาสตร์ (science literate person) หรือผู้ที่จะสามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการดำรงชีวิตในโลกอนาคตได้อย่างรู้เท่าทัน การมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างเข้าใจและใช้ประโยชน์ได้ มีส่วนส่งเสริมการมีความสามารถและนิสัยในการใช้วิทยาศาสตร์เพื่อตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลและทางสังคมในการดำรงชีวิตที่บ้าน ที่ทำงานและในชุมชน ดังนั้นบุคคลที่ขาดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) จะไม่สามารถมองเห็นคุณค่าของการเกิดปฏิสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์กับสังคมได้เลย หรือไม่สามารถมองเห็นคุณค่าของบทบาทของวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจ ในการสร้างคุณค่าหรือค่านิยมและการกระทำที่สามารถพัฒนาอนาคตของมนุษยชาติได้ (Murcia, 2005, อ้างอิงใน ประภัสสร กองแก้ว, 2554, หน้า 1)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ สถาบันทางการศึกษา วิทยาศาสตร์และนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ได้ให้คำอธิบายขอบเขตของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในทางปรัชญา สังคมวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ในฐานะที่เป็นวิธีการได้มาซึ่งความรู้หรือค่านิยมและความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้ (กาญจนา มหาลี, 2553, หน้า 15) American Association for the Advancement of science (1989) ได้แบ่งขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific World View) กล่าวถึงความเชื่อ เจตคติพื้นฐาน วิธีศึกษาเกี่ยวกับงานที่นักวิทยาศาสตร์ทำซึ่งส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับ การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติของโลกที่เกิดขึ้น และ

อธิบายลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ 2) การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) กล่าวถึง วิทยาศาสตร์ในสาขาต่างๆ มีส่วนที่คล้ายคลึงกันในเรื่อง ความเชื่อในหลักฐาน การใช้สมมติฐานและทฤษฎีพื้นฐาน หลักการและเหตุผล และ 3) กิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) กล่าวถึง วิทยาศาสตร์ว่าเป็น กิจกรรมที่มีลักษณะเฉพาะของบุคคล สังคม และเป็นมิติหนึ่งขององค์กร กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรม ที่ทุกคนสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมได้ นอกจากนี้การทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรม จริยธรรม

แต่จากรายงานการวิจัยหลายฉบับ พบว่า ทั้งครูและนักเรียนยังคงมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่จำนวนมาก และในการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ครูไม่มีการกล่าวถึง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนหรือมีไม่ครอบคลุมทุกด้าน และใช้วิธีการสอนโดยการบรรยาย การทดลองโดยปฏิบัติตามกฎเป็นข้อๆ สอดคล้องกับ Tobias (1990, อ้างอิงใน สุทธิดา จำรัส และนฤมล ยุตาคม, 2551, หน้า 235) ที่กล่าวว่าเมื่อมีการทดลอง ขั้นตอนต่างๆ ครูจะให้นักเรียนปฏิบัติตามเป็นข้อๆ เหมือนคู่มือทำอาหาร ทำให้นักเรียนมองว่า วิทยาศาสตร์นั้นน่าเบื่อไม่ท้าทาย ดังนั้นในการสอน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครูผู้สอนควรมีวิธีการสอนที่หลากหลาย มีการผสมผสานเนื้อหาในรายวิชาเข้ากับ เนื้อหาของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังที่ Lederman (2006, อ้างอิงใน สุทธิดา จำรัส และนฤมล ยุตาคม, 2551, หน้า 237) ได้กล่าวว่าหากต้องการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต้องมีการเน้น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนโดยบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาที่เรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ สะท้อนความเข้าใจผ่านกิจกรรมที่ครูจัดไว้ให้ ในหลายปีที่ผ่านมาได้มีการศึกษาการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาให้ครูและนักเรียนเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์มากขึ้นซึ่งจากการศึกษางานวิจัยพบว่าการ สอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีวิธีการที่หลากหลาย แตกต่างกันไป

วิทยาศาสตร์เป็นการสืบเสาะหาความรู้ (science as inquiry) ซึ่งมนุษย์ได้พัฒนาองค์ความรู้ วิทยาศาสตร์ โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ด้วยการตั้ง คำถามที่สงสัยอยากรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ แล้วรวบรวมประจักษ์พยานด้วยการสังเกต การคิด การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง การวิเคราะห์และ แปลความหมายข้อมูล แล้วสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับสิ่ง

เหล่านั้นเป็นแนวความคิดหลัก กฎ หรือทฤษฎี เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (สสวท., 2555, หน้า 20-33) ดังนั้นในการสอนวิทยาศาสตร์ จึงมีการนำวิธีสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสร้างความเข้าใจแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็วและอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2555, หน้า 331-332) การจัดการเรียนการสอนที่ใช้การสืบเสาะหาความรู้ จึงเป็นรูปแบบการสอนที่นักวิจัยหลายท่านใช้ในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับครูและนักเรียน (ศักราช ชาติชำนาญ, 2556; Khishfe, 2008)

นอกจากในแนวการจัดการศึกษาโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แล้ว ยังพบกลวิธีที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น การแสดงบทบาทสมมติ และการใช้กรณีศึกษา เป็นต้น โดยการที่จะสอนโดยวิธีการใดนั้นจะต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนว่าจะทำให้เกิดความรู้ในด้านใด (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2555, หน้า 331)

กลวิธีหนึ่งในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ การสอนในบริบทประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific Issue: SSI) ในปัจจุบันเป็นที่สนใจในด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ และถูกนำเสนอให้เป็นวิธีการที่เหมาะสมเพื่อเชื่อมต่อระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม (Sadler, 2009. อ้างอิงใน Lundstrom, Ekborg, and Ideland, 2012, p.200) SSI จะรวมถึงการพิจารณาในด้านจริยธรรมของวิทยาศาสตร์ เหตุผลทางคุณธรรมและพัฒนาทางด้านอารมณ์ของผู้เรียน ทำให้เกิดการพัฒนาและวิจัยทางสังคม นักเรียนเกิดการพัฒนารับรู้และบุคคลิกลักษณะ (Zeidler & Sadler, 2008 a; Zeidler, Sadler, Simmons, & Howe S, 2005, อ้างอิงใน Zeidler and Nichols, 2009, p.50) ซึ่งในขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์คือประเด็นการคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ ทำงานด้วยบรรทัดฐานทางจริยธรรมได้แก่การบันทึกข้อมูลอย่างแม่นยำ เปิดเผยและการทำซ้ำ การยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์ คำนึงถึงความเสี่ยงด้านต่างๆ รวมถึงอันตรายที่เกิดจากการนำเอาผลงานวิจัยไปใช้ด้วย (สสวท., 2555, หน้า 38-39) พรพรรณ พลเยี่ยม และคณะ (2556, หน้า 208) ได้กล่าวว่าการสอนโดยใช้ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการโต้แย้ง รู้จักคิด และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบอันนำไปสู่การพัฒนาสติปัญญา เป็นคนที่มีคุณธรรมจริยธรรม สามารถนำประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบันและสังคมในอนาคต นอกจากนี้งานวิจัยหลายฉบับได้รายงานว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ยังสามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย (Walker and Zeidler, 2003; Turgut, Akcay and Irez, 2010; Khishfe, 2012)

การจัดการศึกษาของไทยได้กำหนดกรอบการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คือการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งจากรายงานผลการทดสอบประจำปีการศึกษา 2556 คะแนนทดสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสาระธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนทั้งประเทศมีคะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละ 52.91 และในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนทั้งประเทศมีคะแนนค่าเฉลี่ยเพียงร้อยละ 36.50 ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนยังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำมาก สอดคล้องกับงานวิจัยที่สำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นักเรียน ที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (สิรินภา กิจเกื้อกูล นฤมล ยุตาคม และอรุณี อิงคากุล, 2548; ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธิกุล, 2555; อังสนา วงษ์คนตรี, 2556) และขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นการคำนึงถึงจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ยังมีการศึกษาที่เน้นความชัดเจนประเด็นนี้อยู่บ่อย ในงานวิจัยที่เคยมีผู้ทำการวิจัยโดยการจัดการเรียนรู้แม้จะให้นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น แต่ในการคำนึงถึงจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ยังคงมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นน้อย นักเรียนยังคิดว่าในงานทางวิทยาศาสตร์ ต้องคำนึงถึงความก้าวหน้าทาง

ความรู้มากกว่าคุณธรรมเพื่อแก้ปัญหาและเพื่อความเจริญก้าวหน้าของสังคม (กาญจนา มหาลี, 2553)

จากความสำคัญและสภาพปัญหาของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และจริยธรรม นักวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจทำวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และจริยธรรม นักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตของงานวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ จังหวัดอุตรดิตถ์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 41 คน จาก 1 ห้องเรียน ที่เรียนแผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า อุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยการเลือกแบบเจาะจงจากบริบทของกลุ่มตัวอย่างที่มีพื้นฐานทางความรู้ใกล้เคียงกันเป็นส่วนใหญ่ มีผลการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง และมีจำนวนนักเรียนเพศชายและเพศหญิงใกล้เคียงกัน

2. ขอบเขตเนื้อหา

2.1 ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาคือเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 ขอบเขตธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ **ด้านที่ 1** โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ประเด็นที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ประเด็นที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน **ด้านที่ 2** ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ประเด็นที่ 3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาโดยอาศัยหลักฐาน ที่ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ประเด็นที่ 4 การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ **ด้านที่ 3** ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ประเด็นที่ 5 การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ ประเด็นที่ 6 วิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อซึ่งกันและกัน มนุษย์ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในงานทาง

วิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ตลอดเวลา

2.3 ขอบเขตจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ ครอบคลุม 3 ประเด็น ได้แก่ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง และความตระหนักในการนำเอาผลงานทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์

ตัวแปรตาม คือ 1) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2) ความมีจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์

4. ระยะเวลาในการวิจัย

จำนวน 5 สัปดาห์ ใช้เวลา 15 คาบ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. เครื่องมือเพื่อรวบรวมข้อมูลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด คือ

1.1 แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสำรวจชนิดคำถามปลายเปิดให้นักเรียนเขียนตอบ ตามประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา จำนวน 6 ข้อ

1.2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน จำนวน 6 ข้อ

เครื่องมือวิจัยทั้ง 2 ชนิดนี้ได้รับการตรวจสอบคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา และความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้ของข้อคำถามจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ผลการประเมินพบว่ามีความสอดคล้อง 0.5 ขึ้นไปทุกข้อ

2. เครื่องมือเพื่อรวบรวมข้อมูลจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด คือ

2.1 แบบบันทึกพฤติกรรมจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ เป็นแบบบันทึกพฤติกรรมจริยธรรม

นักวิทยาศาสตร์คือผู้วิจัยเป็นผู้สอนและทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน (Participant as Observer) ตามประเด็นที่กำหนดไว้ 3 ประเด็น ตรวจสอบความเหมาะสมของพฤติกรรมที่ใช้ในแต่ละประเด็นและเกณฑ์ในการกำหนดระดับคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินพบว่ามีความสอดคล้อง 1.0 ทุกข้อ

2.2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เกี่ยวกับจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ 3 ประเด็น จำนวน 5 ข้อ ตรวจสอบคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา และความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้ของข้อคำถามจากผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินพบว่ามีความสอดคล้อง 0.8 ขึ้นไปทุกข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ทำหนังสือถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขออนุญาตทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

2. ก่อนเริ่มดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้เวลาก่อนการจัดการเรียนรู้ 1 ชั่วโมง

3. อ่านคำตอบจากแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แล้วจัดกลุ่มนักเรียนที่มีแนวโน้มที่ตอบแบบสำรวจเป็น 5 กลุ่ม (สิรินภากิจเกื้อกูล และนฤมล ยุตาคม, 2547, หน้า 142) ได้แก่ SU คือ มีความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน PU คือ มีความเข้าใจเป็นบางส่วน PM คือ มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน NU คือ ไม่มีความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน และ NO คือ การที่ไม่ตอบคำถาม

4. สุ่มนักเรียนจำนวน 15 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายจากการจับสลาก เพื่อทำการสัมภาษณ์ตามแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อยืนยันความเข้าใจของนักเรียนกับแบบสำรวจ

5. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผน ใช้เวลาจัดการเรียนรู้รวมทั้ง 15 ชั่วโมง พร้อมเก็บข้อมูลในส่วนอื่นๆ เช่น ใบงานของนักเรียน การเขียนสรุปความรู้ทำกิจกรรมของนักเรียน

6. สังเกตพฤติกรรมนักเรียนตามแบบสังเกตจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสังเกตแบบ

ขณะสอนเพื่อนำมาทบทวนและวิเคราะห์พฤติกรรมหลังจากจบการจัดการเรียนรู้ทุกแผน ทำการวิเคราะห์ในภาพรวมเป็นรายกลุ่ม รวมนักเรียนทั้งห้อง แบ่งเป็น 7 กลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยแต่ละกลุ่มมีสมาชิกความสามารถ และสมาชิกแต่ละกลุ่มมีหญิงและชายเพศจำนวนใกล้เคียงกัน

7. หลังจากดำเนินการสอนครบ 4 แผน ใช้เวลา 5 สัปดาห์ ทำการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แล้วจัดกลุ่มตามความเข้าใจแบ่งเป็น 5 กลุ่มเหมือนตอนต้น

8. สุ่มนักเรียนจำนวน 15 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายจากการจับสลาก เพื่อสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ เพื่อยืนยันความเข้าใจของนักเรียนกับแบบสำรวจและพฤติกรรมจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ตามแบบบันทึก

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ คือรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือที่สร้าง ได้แก่ แบบสำรวจ แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึกพฤติกรรม และผลงานนักเรียน นำมาวิเคราะห์ตีความและจัดหมวดหมู่ตามประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา ใช้การตรวจสอบข้อมูลในเชิงลึกแบบสามเส้า

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า

1. การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากผลการวิจัย พบว่า ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกัน ซึ่งก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นบางส่วน (PU) เมื่อพิจารณาใน 3 ด้านพบว่า ด้านที่นักเรียนไม่มีความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน (SU) คือ ด้านที่ 3 ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาใน 6 ประเด็น พบว่า ประเด็นที่นักเรียนไม่มีความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมากที่สุดคือ ประเด็นที่ 2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน และเชื่อว่า

ความไม่แน่นอนเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ตามกิจกรรมที่จัดขึ้นพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปสู่ความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมากขึ้นในทุกประเด็น โดยด้านที่นักเรียนมีความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมากที่สุดคือด้านที่ 2 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะประเด็นที่

4 การทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ควบคุมไปกับการคิดวิเคราะห์ ผสานกับความรู้ที่มาจากหลักการและเหตุผล ดังตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบระดับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 6 ประเด็นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบระดับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน 6 ประเด็นระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ประเด็น ที่	ระดับความเข้าใจ (จำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ)									
	ก่อนเรียน					หลังเรียน				
	SU	PU	PM	NU	NO	SU	PU	PM	NU	NO
1	4.88	63.41	26.83	4.88	0	46.34	53.66	0	0	0
2	2.44	9.76	34.14	53.66	0	51.22	48.78	0	0	0
3	7.32	92.68	0	0	0	58.54	41.46	0	0	0
4	9.76	75.61	0	14.63	0	73.17	26.83	0	0	0
5	0	100	0	0	0	53.66	46.34	0	0	0
6	0	19.51	68.29	12.20	0	56.10	43.90	0	0	0

2. การศึกษาพฤติกรรมด้านจริยธรรม นักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ขณะจัดการเรียนรู้ตามสถานการณ์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต จากผลการวิจัยพฤติกรรมด้านจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการจัดการเรียนรู้อตามสถานการณ์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่า ในระยะแรกของการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงถึงจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ในประเด็น ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง และความตระหนักในการนำเอาผลงานทางวิทยาศาสตร์ไปใช้อยู่ในระดับน้อย แต่เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ตามกิจกรรมที่จัดขึ้นต่อๆ มา พบว่า นักเรียนมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่แสดงถึงจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า ระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกัน โดยพบว่าการก่อนเรียน ด้านที่ 1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้นั้น นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจประเด็นนี้เป็นบางส่วน (PU) ซึ่งน่าจะมาจากการที่นักเรียนได้รับข่าวสาร

เรื่องราวของวิทยาศาสตร์ที่มีการค้นพบพัฒนาสิ่งใหม่ๆ จากสื่อต่างๆ แต่นักเรียนไม่มีการอธิบายที่ชัดเจนถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น เช่นคำตอบของนักเรียนจากการสัมภาษณ์ดังนี้ "...เปลี่ยนแปลงได้เพราะโลกเราเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา..." (S30) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ โรสมาวัน อะลิติมัน (2556) ที่พบว่านักเรียนได้รับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงได้ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการติดตามข้อมูลข่าวสารในชีวิตประจำวัน สื่อโทรทัศน์ วิทยุและอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน (NU) ประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน ซึ่งน่าจะเป็นเพราะนักเรียนเข้าใจว่าความรู้หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ดังนั้นจึงไม่มีความคงทน และยังพบว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องความรู้และทฤษฎี คือนักเรียนคิดว่าความรู้และทฤษฎีมีความแตกต่างกันไม่ใช่สิ่งเดียวกัน เช่นคำตอบของนักเรียนจากการสัมภาษณ์ดังนี้ "...ทฤษฎีไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้มีความคงทน...แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้..." (S24) แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจว่าทฤษฎีคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่งที่เป็นการอธิบายกฎ หลักการหรือข้อเท็จจริง ซึ่งทฤษฎีจะเป็นคำทำนายและตอบคำถามว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2555)

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านที่ 2 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเป็นบางส่วน โดยพบว่าในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการศึกษาโดยอาศัยหลักฐานที่ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายนั้น นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเป็นบางส่วนว่าข้อมูล หลักฐาน หรือความรู้ จะได้มาจากการทดลองเท่านั้น สอดคล้องกับการวิจัยของ อังคณา ปัทมพงศา (2555) ที่พบว่าความเข้าใจของนักเรียนในประเด็นนี้มีสาเหตุมาจากการเรียนการสอนที่นักเรียนได้ทำการทดลองตามหนังสือเรียนที่มีขั้นตอนบอกไว้ นอกจากนี้ในประเด็นการทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการควบคู่ไปกับการคิดวิเคราะห์หาคำตอบกับความรู้ที่มาจากหลักการและเหตุผล ถึงแม้มีนักเรียนบางส่วนไม่มีความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน แต่นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์สามารถเป็นจุดเริ่มต้นของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งน่าจะมาจากการที่นักเรียนได้เห็นจากสื่อต่างๆ ที่นักเรียนพบเห็นการคิดประดิษฐ์สิ่งต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านที่ 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งก่อนเรียนไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเลย สอดคล้องกับงานวิจัยของ อังสนา วงษ์ดนตรี (2556) และสิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม และอรุณี อิงคากุล (2548) โดยในประเด็นการทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจประเด็นนี้เพียงบางส่วน คือนักเรียนเข้าใจจริยธรรมแค่เพียงการใช้สัตว์ทดลองหรือการคำนึงถึงผลดีผลเสียที่จะตามมาเท่านั้น เช่นคำตอบของนักเรียนจากการสำรวจความเข้าใจดังนี้ "...นักวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณในการทดลองกับสัตว์ทดลอง..." (S07) โดยสาเหตุของความเข้าใจดังกล่าวน่าจะเป็นผลมาจากการเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนตามหนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่องธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต (สสวท., 2553) มาก่อน ซึ่งมีหัวข้อจริยธรรมที่เน้นในจริยธรรม 2 เรื่องดังกล่าว และในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PM) ในประเด็นนี้ คือ นักเรียนมีความเข้าใจว่าทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในงานทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่นักเรียนไม่มีความเข้าใจว่าสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพล

ต่องานทางวิทยาศาสตร์ เช่นคำตอบของนักเรียนจากการสัมภาษณ์ดังนี้ ".....สังคมกับวัฒนธรรมไม่น่าจะมีผลต่อวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวกับสังคม..." (S34) ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าการได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมาจากการทดลองที่มีลำดับขั้นของกระบวนการแน่นอน มีลักษณะเป็นสากลเหมือนกันทั่วโลก ดังนั้นนักเรียนจึงเข้าใจว่าสังคมและวัฒนธรรมไม่มีอิทธิพลต่องานทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กาญจนา มหาลี (2553) ที่ทำการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มเชื่อว่าวิทยาศาสตร์ไม่มีความเกี่ยวข้องกับสังคมและวัฒนธรรม และปัจจัยเหล่านี้ไม่มีอิทธิพลต่อความรู้และการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกกลวิธีการสอนกรณีศึกษา บทบาทสมมติ และการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปสู่ความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันทุกด้าน โดยเฉพาะด้านที่ 2 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นด้านที่พบว่านักเรียนมีความเข้าใจพัฒนามากขึ้นกว่าทุกด้าน เช่นคำตอบของนักเรียนจากการสำรวจความเข้าใจดังนี้ "... (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์)... ได้มาจากการศึกษาต่างๆ เช่นการทดลอง การสังเกต..การเกิดจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาวิเคราะห์... เพื่อให้ได้ข้อมูลความรู้หลักฐานมา....." (S06) ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นเป็นกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบค้น ทดลอง และหาคำตอบด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ถึงวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ สสวท. (2555, หน้า 25) ที่กล่าวไว้ว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวความคิดหลัก กฎ ทฤษฎีต่างๆ ในวิทยาศาสตร์ได้เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ใช้ทำความเข้าใจโลกธรรมชาติ และสอดคล้องกับงานวิจัยหลายๆ งานที่พบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ (ศักราช ชาติชำนาญ, 2556; Khishfe, 2008)

นอกจากนี้ ยังพบว่าหลังเรียนประเด็นที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมากที่สุด คือ ประเด็นของการทำงานทาง

วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการควบคู่ไปกับการคิดวิเคราะห์ผสมผสานกับความรู้ที่มาจากหลักการและเหตุผล ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากพื้นฐานความรู้ของนักเรียนที่นักเรียนมีความเข้าใจเป็นบางส่วนอยู่แล้ว ประกอบกับการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้คิดสร้างผลงานของตนเองผ่านกิจกรรมในเรื่องเซลล์ ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจเพิ่มขึ้นโดยนักเรียนได้เห็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ได้ตั้งสมมติฐานและทฤษฎีเกี่ยวกับเซลล์ วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของเซลล์ และมีการเรียนรู้ผ่านภาพวาดของเซลล์ที่ได้มาจากความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของการคิดวิเคราะห์ควบคู่ไปด้วย (โรสมาวัน อะลิติมัน, 2556) เช่นคำตอบของนักเรียนจากการสำรวจความเข้าใจดังนี้ "...นักวิทยาศาสตร์จะใช้จินตนาการความคิดสร้างสรรค์ประกอบกับหลักการโดยอาศัยหลักฐาน ข้อมูล ที่ผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล จนทำให้ค้นพบความรู้และทฤษฎีใหม่ๆ..." (S19)

นอกจากนี้ ยังพบว่า หลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านที่ 1 ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเพิ่มขึ้น ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการใช้กรณีศึกษาเรื่องประวัติการค้นพบและการศึกษาเรื่องเซลล์เข้ามาผนวกในกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเห็นพัฒนาการของความรู้ในเรื่องเซลล์ผ่านเรื่องราวของกรณีศึกษาดังกล่าวว่ามีมีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาความรู้และความเข้าใจในเรื่องเซลล์ต่อมาเรื่อยๆ สอดคล้องกับ Reeves, Chessin and Chambliss (2007) ที่กล่าวว่า การใช้เรื่องราวของประวัติศาสตร์ที่น่าสนใจช่วยสร้างการเรียนรู้และเพิ่มการเรียนรู้ทั้งประวัติศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับ ประดับชัย อินมณี (2556) ที่ทำการศึกษาพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและสะท้อนคิดร่วมกับประวัติของวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีแนวโน้มนความเข้าใจไปสู่ความเข้าใจบางส่วนและความเข้าใจถูกต้องในทุกประเด็น โดยเฉพาะประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนี้ในเรื่องทฤษฎีเซลล์ยังเป็นตัวอย่างที่ชัดเจนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจถึงความคงทนของความรู้ ว่าความรู้หรือทฤษฎีใหม่ไม่ได้ล้มล้างของเก่าทั้งหมดแต่มีการต่อยอดและพัฒนาจากของเดิม เช่นคำตอบของนักเรียนจาก

การสัมภาษณ์ดังนี้ "...มีความคงทนแต่ก็เปลี่ยนแปลงได้...การเปลี่ยนแปลงจะมีการเอาของเดิมมาต่อยอดเอา...เปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานใหม่ๆ..." (S26) และยังพบว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจสอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเกี่ยวกับทฤษฎีและความรู้ ว่าทฤษฎีคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านที่ 3 ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการใช้บทบาทสมมติ และการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มาผนวกในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่จัดขึ้น โดยผู้วิจัยได้เลือกในเรื่องที่สอดคล้องกับเนื้อหาและเป็นประเด็นที่ปรากฏอยู่ในปัจจุบัน เรื่องการใช้วัคซีนเพื่อป้องกันไข้หวัดใหญ่ และการใช้ สเต็มเซลล์ โดยใช้กิจกรรมที่จัดให้นักเรียนได้อภิปรายและแสดงบทบาทสมมติในการได้วาทิ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นการทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ และในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรม โดยกิจกรรมดังกล่าวทำให้นักเรียนได้เห็นถึงความคิดเห็นที่แตกต่างหรือความขัดแย้งที่เกิดขึ้นได้ของคนในสังคม อิทธิพลของสังคมที่มีต่องานทางวิทยาศาสตร์และบทบาทของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมได้เช่นเดียวกัน เช่นคำตอบของนักเรียนจากการสำรวจความเข้าใจดังนี้ "... (วิทยาศาสตร์)...เกี่ยวข้องกับจริยธรรม...เช่นความซื่อสัตย์...ไม่เบี่ยงเบนหรือเข้าข้างตนเอง ต้องยึดตามหลักฐานที่เป็นจริง ควรรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น..." (S19) "...บางประเทศอาจมีวัฒนธรรมไม่เหมือนกัน บางประเทศอาจปิดกั้นการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้...แต่วิทยาศาสตร์ก็สามารถเปลี่ยนแปลงค่านิยมของคนในสังคมได้ เพราะนักวิทยาศาสตร์น่าเชื่อถือ มีการทดลองที่น่าเชื่อถือได้...สามารถมีส่วนร่วมได้ทุกคนในสังคม..." (S26) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Eastwood et al. (2012) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และการใช้เนื้อหาในบทเรียนพบว่าทั้ง 2 บริบทสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ แต่การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดมุมมองทางสังคมและวัฒนธรรมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การผนวกกรณีศึกษาในเรื่อง การรักษาโรคอารมณ์แปรปรวนซึ่งเป็นบทความข่าวในปัจจุบัน ทำให้นักเรียน

พัฒนาความเข้าใจถึงความสำคัญของจริยธรรม นักวิทยาศาสตร์ในการเปิดเผยข้อมูลอีกด้วย

โดยภาพรวมการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และผนวกกลวิธีการสอนที่หลากหลายให้เหมาะสมกับสิ่งที่จะเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้พัฒนามากยิ่งขึ้น เพราะแต่ละกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่แตกต่างกัน การผนวกหลายๆ กิจกรรมจะช่วยให้การเติมเต็มซึ่งกันและกันในการสอน ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน สอดคล้องกับ **Seung, Bryan and Butler (2009)** ที่กล่าวว่าในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละวิธีมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน แต่ในการสอนที่ใช้หลายๆ วิธีจะช่วยให้การส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างกันได้ นอกจากนี้ในกระบวนการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยที่ให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเพิ่มขึ้น น่าจะมีสาเหตุมาจากการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมด้วย สอดคล้องกับ **White (2006, อ้างอิงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2556)** ที่ได้นำเสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แนวทางหนึ่งคือปฏิบัติการแบบสืบเสาะและสะท้อนผล ซึ่งต้องนำเสนอธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างเปิดเผยตรงไปตรงมา ไม่ใช่การกล่าวเป็นนัยหรือแฝงไว้ในกิจกรรมโดยคิดว่าผู้เรียนจะเข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เอง นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านการสรุปความรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในทำกิจกรรมทุกแผน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ แนะนำ และปรับเปลี่ยนความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้นักเรียนได้มีความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมากขึ้น

การศึกษาพฤติกรรมด้านจริยธรรม นักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ขณะจัดการเรียนรู้ตามสถานการณ์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนแสดงพฤติกรรมด้านจริยธรรม นักวิทยาศาสตร์ในประเด็น ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง และความตระหนักในการนำเอาผลงานทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการจัดกิจกรรม จากการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนตั้งแต่เริ่มต้นของการจัดการเรียนรู้ในสถานการณ์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมจริยธรรม นักวิทยาศาสตร์ปรากฏให้เห็นน้อยมาก ในประเด็นความ

ซื่อสัตย์นักเรียนยังคงมีพฤติกรรมในการคัดลอกผลงานของเพื่อนมาส่ง ไม่มั่นใจในสิ่งที่ตนเองค้นพบ และไม่มี การอ้างอิงเมื่อนำผลงานของคนอื่นมาใช้ ซึ่งเกิดจากการจัดการเรียนการสอนโดยทั่วไปก่อนหน้านี้ผู้สอนไม่ได้เน้นย้ำกับนักเรียนในเรื่องดังกล่าวเวลาปฏิบัติกิจกรรมในห้องเรียน ส่วนใหญ่จะเน้นในช่วงทำการทดสอบในห้องสอบมากกว่า ในประเด็นความใจกว้างเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมในแผนแรกๆ จะเห็นได้ว่านักเรียนจะไม่มีการยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม เป็นเพราะนักเรียนกลัวว่าคะแนนที่ได้จะได้น้อยดังนั้นนักเรียนจึงเชื่อมั่นแต่ในความคิดของเพื่อนที่เก่งกว่าเท่านั้น และนักเรียนยังไม่คุ้นเคยในการให้เพื่อนวิพากษ์วิจารณ์งานของตนเองจึงไม่มีการเปิดโอกาสให้เพื่อนได้ซักถาม หรือมีการแสดงความไม่พอใจบ้างเมื่อเพื่อนให้คำแนะนำงานของตนเอง ในประเด็นการตระหนักถึงผลของการนำเอาผลงานทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นักเรียนจะแสดงความคิดเห็นแค่ความคิดข้อดีข้อเสียตามที่ตนเองนึกเท่านั้นไม่มีการหาข้อมูลหลักฐานมาเปรียบเทียบเพื่อการตัดสินใจ

เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ตามสถานการณ์ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้จัดขึ้น พบว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกประเด็น เนื่องจากขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความครอบคลุมในจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ **Holbrook and Rannikmae (2009)** ที่ได้กล่าวไว้ว่าการศึกษาระบบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับด้านอื่นๆ เช่น เศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม สังคม การเมือง แรงมูทาง ศีลธรรมและจริยธรรม มีเหตุผลในการตัดสินใจ การโต้แย้งของผู้เรียน โดยเฉพาะในด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีการเน้นย้ำในเรื่องของจริยธรรมที่นักวิทยาศาสตร์จะต้องมี นักเรียนได้เห็นตัวอย่างที่ชัดเจน และสอดคล้องกับ สสวท. (2555) ที่ได้กล่าวถึงขอบข่ายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า จะมีประเด็นการคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ ทำงานด้วยบรรทัดฐานทางจริยธรรม ได้แก่ การบันทึกข้อมูลอย่างแม่นยำ เปิดเผยและการทำซ้ำ การยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์ คำนึงถึงความเสียงด้านต่างๆ รวมถึงอันตรายที่เกิดจากการนำเอาผลงานวิจัยไปใช้ด้วย

ในประเด็นความซื่อสัตย์นอกจากการเรียนรู้ตามกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้สอดแทรกในระหว่างเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของความซื่อสัตย์แล้ว นักเรียน

ยังได้เห็นถึงสิ่งสำคัญของการยืนยันข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีหลักฐานประกอบซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีการศึกษาเรื่องประวัติการค้นพบและการศึกษาเรื่องเซลล์ประกอบในการเรียนรู้ทางด้านโลกทัศน์ ทำให้เห็นถึงที่มาของความรู้หรือทฤษฎีใหม่ๆ ที่ได้จากการมีหลักฐานมาเปลี่ยนแปลงความรู้หรือทฤษฎีเดิม ดังนั้นนักเรียนจึงเริ่มมีความเชื่อมั่นในงานของตนเองที่มีหลักฐานหรือข้อมูลจากการสืบค้นที่น่าเชื่อถือ นักเรียนจึงไม่เปลี่ยนแปลงงานของตนเองตามงานของเพื่อนคนอื่น

นอกจากนี้ ในการเรียนรู้ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ใช้ กรณีศึกษาเรื่องโรคอารมณ์แปรปรวน และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่องวัคซีนป้องกันโรคไขหวัดใหญ่และสเต็มเซลล์ จึงทำให้นักเรียนได้เห็นตัวอย่างของพฤติกรรมในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีจริยธรรมอย่างชัดเจน นักเรียนมีพฤติกรรมความใจกว้างเพิ่มมากขึ้น ซึ่งนักเรียนได้เห็นถึงข้อดีของการเปิดเผยข้อมูลให้คนอื่นรู้เพื่อการตรวจสอบและการพัฒนางานทางวิทยาศาสตร์ให้ก้าวหน้าได้อย่างรวดเร็วขึ้น เช่นคำตอบของนักเรียนจากการสัมภาษณ์ดังนี้ "... (งานวิจัยเกี่ยวกับการรักษาโรค)... ควรเปิดเผยออกมา.... จะได้ให้นักวิทยาศาสตร์หลายๆ คนช่วยกันคิด.... ถ้าเป็นตัวของตัวเองก็จะเปิดเผย...." (S02) นอกจากนี้จากรูปแบบกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการพัฒนางานโดยการอาศัยความคิดที่หลากหลายและร่วมมือในการทำงานได้เป็นอย่างดี และผู้วิจัยยังพบว่านักเรียนมีพฤติกรรมตระหนักถึงผลกระทบของการนำเอางานทางวิทยาศาสตร์ไปใช้จากการแสดงความคิดเห็นของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแสดงพฤติกรรมที่ชัดเจนในประเด็นเรื่องสเต็มเซลล์จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มากกว่าประเด็นวัคซีนป้องกันโรคไขหวัดใหญ่ที่มาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ซึ่งน่าจะมาจากการที่นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ครอบคลุมทุกด้านแล้ว และนักเรียนเริ่มปรับเปลี่ยนพฤติกรรมยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นทำให้นักเรียนได้เปิดความคิดเห็นในหลายๆแง่มุม มีการหาข้อมูลหลักฐานมาสนับสนุนความคิดของตนเองได้อย่างชัดเจน รวมถึงมีการพัฒนาการแสดงความคิดเห็นถึงผลกระทบของการพัฒนางานทางวิทยาศาสตร์มาใช้โดยประเมินผลดีและผลเสียอย่างชัดเจนมีเหตุผล เช่นคำตอบของนักเรียนจากการสัมภาษณ์ดังนี้ "... (การพัฒนาสเต็มเซลล์)... มีทั้งด้านดี

ด้านเสีย ถ้าสำเร็จจะได้มียารักษาโรคได้... ถ้าผลเสียอาจมีผลข้างเคียง ดูว่าทำถึงไหน ใช้ได้จริง น่าเชื่อถือไหม... จะดูผลดีผลเสียก่อนถ้าผลดีมากกว่าจะใช้" (S29)

นอกจากนี้ สิ่งที่ช่วยในการส่งเสริมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของนักเรียนน่าจะมาจากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่จัดขึ้น สอดคล้องกับชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2555) ที่กล่าวว่า การนำวิธีการสืบเสาะมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และค้นพบความจริงด้วยตนเองจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็ว สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ตามกิจกรรมที่จัดขึ้นจึงส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาพฤติกรรมจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ที่แสดงออกมาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อย่างต่อเนื่อง และการที่ทำให้นักเรียนได้คำนึงถึงจริยธรรมของนักวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนขึ้น มาจากการที่ได้ให้นักเรียนได้ทบทวนและวิเคราะห์ถึงจริยธรรมที่นักเรียนได้ในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้ในทุกแผน โดยการเขียนสรุปจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยได้รู้ว่านักเรียนได้เห็นความสำคัญของจริยธรรมใดในแผนนั้น และตรงกับพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมาหรือไม่ ผู้วิจัยจะได้สอดแทรกเพื่อให้นักเรียนได้ซึมซับถึงแนวทางในการมีจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ได้อย่างดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับสำนักนโยบายและแผนการศึกษา (2556) ที่แนะนำแนวทางในการพัฒนาการศึกษาของนักเรียนว่าควรเน้นกิจกรรมที่ส่งเสริมในเรื่องคุณธรรม โดยจัดกิจกรรมแฝงหรือสอดแทรกลงไปในการเรียนรู้ของเด็กด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้สอนควรวิเคราะห์ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และจริยธรรมนักวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมต่อเนื้อหาและผู้เรียน เพื่อผนวกการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปในเนื้อหาของบทเรียนวิทยาศาสตร์ รวมถึงควรเป็นประเด็นที่ผู้เรียนได้มีโอกาสพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเป็นอย่างดีเพิ่มขึ้น

2. ในการจัดกิจกรรมขั้นการสืบค้นผู้สอนควรสำรวจความพร้อมในการเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสืบค้น เช่น ระบบอินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ในการสืบค้นของนักเรียน อาจปรับเปลี่ยนโดยให้นักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลเตรียมมาก่อนการทำกิจกรรมในห้องเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กาญจนา มหาลี. (2553). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จุมพต พุ่มศรีภานนท์. (2549). *การส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้ระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ศึกษานิวศิวทยาของมอล์สกีในรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ชั้น*. วิทยานิพนธ์ ปร.ด., มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2555). *80 นวัตกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 5)* กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตโปรดักชั่น.
- ชาติรี ฝ่ายคำดา. (2555). *ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. *วารสารวิจัย มข.*, 2(2), 233-242.
- ประดับชัย อินมณี. (2556). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสอนแบบเป็นชัดเจน ร่วมกับการสะท้อนคิดโดยใช้ประวัติของวิทยาศาสตร์ ในวิชาฟิสิกส์เรื่อง แสงและการมองเห็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, พิษณุโลก.
- ประภัสสร กองแก้ว. (2554). *การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ วิทยาศาสตร์ที่มีต่อ การโต้แย้งและการคิดวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีเพศ ต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- พรพรรณ พลเยี่ยม จิระพรรณ สุขศรีงาม มยรี ภารการ และไพฑูรย์ สุขศรีงาม. (2556). *การเปรียบเทียบผล การเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนผสมผสาน กับการเรียนปกติที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีเพศต่างกัน*. *วารสารบัณฑิตศึกษา*, 10(47), 201-210.
- โรสมาวัน อะลิดมัน. (2556). *ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ใน สังคมพหุวัฒนธรรม*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม., มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธิกุล. (2555). *การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 4(2), 73-90.
- ศักราช ชาติชำนาญ. (2556). *การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับโปรแกรม Yenka Science*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, พิษณุโลก.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). *ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพ แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ (ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตดูเคชั่น ซัพพลายส์ จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวอย่างการประเมินผล วิทยาศาสตร์นานาชาติ. PISA และ TIMSS (ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.
- สำนักนโยบายและแผนการศึกษา. (2556). *แผนการศึกษาเพื่อพัฒนาคนตลอดช่วงชีวิต เตรียมคนเก่งและคนดี เพื่ออนาคตประเทศไทย*. *วารสารการศึกษาไทย*, 10(108), 14.
- สิรินภา กิจเกื้อกุล และนฤมล ยุตาคม. (2547). *การศึกษาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนช่วง ชั้นที่ 4*. *วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม)*, 25(2), 139-149.
- สิรินภา กิจเกื้อกุล นฤมล ยุตาคม และอรุณี อิงคากุล. (2548). *ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. *วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม)*, 26(2), 133-145.
- สิรินภา กิจเกื้อกุล. (2556). *ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และตัวชี้วัดการเรียนรู้ (ตอนที่ 2)*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 15(2), 137-142.

- สุทธิดา จำรัส และนฤมล ยุตามคม. (2551). ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี. *วารสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, 29(3), 228-239.
- สุนีย์ คล้ายนิล ปรีชาญ เดชศรี และอัมพิกา ประโมจน์ย์. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันนี้*. กรุงเทพฯ: บริษัทเซเว่นพรีนติ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- อังคณา ปัทมพงศา. (2555). การพัฒนาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อังสนา วงษ์ดนตรี. (2556). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารและอาจารย์สอนวิทยาศาสตร์โรงเรียนเตรียมทหาร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Akerson, V. L., Hanson, D. L., and Cullen, T. A. (2007). The Influence of Guided Inquiry and Explicit Instruction on K-6 Teacher' Views of Nature of Science. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 751-772.
- Cavallo, A. (2008). Experiencing the Nature of Science : An Interactive Beginning-of-Semester Activity. *Journal of College Science Teaching*, May/June, 12-15.
- Eastwood, J. L., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., Lewis, A., Amiri, L. and Applebaum, S. (2012). Contextualizing Nature of Science Instruction in Socioscientific Issues. *International Journal of Science Education*, 34(15), 2289.
- Holbrook, J. and Rannikmae, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288.
- Khishfe, R. (2008). The Development of Seventh Graders' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 470-496.
- Khishfe, R. (2012). Relationship Between Nature of Science Understandings and Argumentation Skills : A Role for Counterargument and Contextual Factors. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 489-514.
- Lundstrom, M., Ekborg, M., and Ideland, M. (2012). To vaccinate or not to vaccinate: how teenagers justified their decision. *Journal of Cultural Studies of Science Education*, 7, 193-221.
- Reeves, C., Chessin, D. And Chambless, M. (2007) Nurturing the Nature of Science: Integrating the Nature of Science into the Existing Curriculum. *The Science Teacher*, 74(8), 31-35.
- Seung, E., Bryan, L. A., and Butler, M. B. (2009). Improving Presservice Middle Grades Science Teacher' Understanding of the Nature of Science Using Three Instructional Approaches. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 157-177.
- Turgut, H., Akcay, H., and Irez, S. (2010). The Impact of the Issue of Demarcation on Pre-service Teachers' Beliefs on the Nature of Science. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 10(4), 2653-2663.
- Walker, K. A., Zeidler, D. L. (2003). Student's Understanding of the Nature of Science and Their Reasoning on Socioscientific Issues : A Web-based Learning Inquiry. *The Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. (34). Philadelphia.
- Zeidler, D. L. and Nichols, B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.