การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดผนวกเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาเคมีและปิโตรเลียม

The Development of Tenth Graders' Understandings of Nature of Science through Explicit and Reflective Approach in The Topic of Chemical Reactions and Petroleum

ลลิตา คำแก้ว (Lalita Khamkaew)* ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา (Dr.Chatree Faikhamta)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในบทเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีและปิโตรเลียม ที่เรียนรู้จากกิจกรรมการแทรกการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจาก V-NOS C ของ Lederman et al. (2002) แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งกลุ่มคำตอบเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ เข้าใจถูกต้อง เข้าใจบางส่วน และเข้าใจคลาดเคลื่อน ผลการวิจัยพบว่าหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องมากขึ้นในทุกประเด็นที่ศึกษา นอกจากนี้ผลการวิจัยได้เสนอแนวทางการสอนเพื่อแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาดังกล่าวที่พบว่า ต้องมีการนำเรื่องราวใกล้ตัวนักเรียนมาร่วมอภิปราย และนักเรียนควรได้ปฏิบัติกิจกรรมและมีการสะท้อนความคิดด้วยตนเองจากการใช้คำถามซักไซร้ไล่เรียงจึงจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ

ABSTRACT

This classroom action research aims to study the students' understanding of nature of science (NOS) of 10th grade students through explicit reflective learning integrated in the topic of chemical reactions and petroleum. The data were collected by Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS) which adapt from Lederman.et.al.(2002).The data were analyzed into 3 groups; informed, transitional and naive views. The results indicated that students had improved their understanding of nature of science in all aspects. Moreover, the research findings suggested that the appropriate teaching methods should bring real-live situations to the class for students to participate in the discussions. If students are provided opportunities to do and reflect on the activities themselves, they will be able to develop their NOS understandings.

คำสำคัญ: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การสอนแบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ปฏิกิริยาเคมี ปิโตรเลียม

Key Words: Nature of Science, Explicit and Reflective Approach, Chemical Reaction, Petroleum

** นิสิต หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*

บทนำ

การเป็นผู้รู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสูงสุดของการเรียนวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1990) ซึ่งการเป็นผู้รู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่แค่เพียงเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แต่หมายรวมถึงการเข้าใจถึงกระบวนการสำรวจตรวจสอบความรู้ การสืบเสาะหาความรู้ และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วย (National Research Council, 1996)

นักการศึกษาได้ให้คำนิยามของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้หลากหลายความหมายด้วยกัน ซึ่งนิยามเหล่านั้นมีลักษณะที่สอดคล้องและคล้ายคลึงกันที่ทำให้สรุปได้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือการอธิบายลักษณะของวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน ได้แก่ ความหมายของวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากงานวิจัยพบว่าความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยทำให้การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนอย่างมีความหมาย ช่วยทำให้เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของสังคมที่เขาเหล่านั้นอาศัยอยู่ ทำให้มีความเข้าใจและสนใจในวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการตัดสินใจและแก้ปัญหา (Driver et al.,1996; McComas et al., 1998) ดังนั้นความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงกลายเป็นเป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งของวิทยาศาสตร์ศึกษาในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ แคนาดา (McComas et al., 1998) รวมทั้งประเทศไทยด้วย

ที่ผ่านมาได้มีงานวิจัยที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในหลายประเด็น เช่น นักเรียนเข้าใจว่าการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีวิธีการเดียวและเป็นขั้นตอนที่ต้องปฏิบัติตาม หรือเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ขึ้นอยู่กับบริบททางสังคมและวัฒนธรรม (สุทธิดา และคณะ, 2552) หรือนักเรียนที่เข้าใจว่าการทดลองและการสรุปผลเป็นเรื่องของข้อเท็จจริง จินตนาการไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง (ลือชา, 2555) เป็นต้น ทำให้มีการศึกษาวิธีการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และพบว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้ผลคือการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญกับเทียบเท่ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่ใช่การบรรยายให้นักเรียนฟัง แต่เน้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยผ่านกระบวนการคิดของนักเรียนเอง (Khishfe and Abd -El-Khalick, 2002) ตรงกันข้ามหากให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยไม่อภิปรายหรือเน้นย้ำถึงลักษณะสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในกิจกรรมนั้นจะทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้น้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000)

ผู้วิจัยสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งทำให้พบประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กาญจนา (2553) สุทธิดา และคณะ (2552) ลือชา (2555) ที่ควรได้รับการแก้ไขดังนี้ (1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้ (2) วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงวิธีหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้หาคำตอบ ซึ่งไม่มีขั้นตอนตายตัว (3) วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับความเชื่อ ค่านิยม วัฒนธรรม และสังคมที่นักวิทยาศาสตร์อาศัยอยู่ (4)วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ และ (5) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันแต่ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน หลังจากนั้นจึงวางแผนการจัดการเรียนการสอน และเก็บข้อมูลหลังสอนอีกครั้งด้วยแบบวัดฉบับเดิม พร้อมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และเสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่เก็บข้อมูลได้มาจากบันทึกหลังสอน และอนุทินของนักเรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไร เมื่อเรียนรู้จากกิจกรรมการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการ

สะท้อนความคิด ผนวกเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาเคมีและปิโตรเลียม

2. เพื่อหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผนวกเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาเคมีและปิโตรเลียม

วิธีการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี จำนวน 34 คน โดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีการใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงจาก Views of Nature of Science Form C ของ Lederman et al. (2002) ในบางส่วน และผู้วิจัยได้คิดคำถามเพิ่มเติมอีกบางส่วน ทั้งนี้ได้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาก่อนนำไปใช้ มีการวิเคราะห์ข้อมูลและหาความเที่ยงตรงระหว่างผู้ประเมินโดยร่วมกับผู้วิจัยอีก 2 ท่านในการจัดกลุ่มข้อมูล โดยใช้ข้อมูลประมาณ 10% ของข้อมูลทั้งหมด หากผลการวิเคราะห์ไม่ตรงกันจะมีการอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน

สำหรับการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เขียนแผนการสอนทั้งหมด 5 แผน ซึ่งทุกครั้งจะมีประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 1-2 ประเด็นผนวกไปกับเนื้อหา

การหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากแบบบันทึกหลังสอน และอนุทินของนักเรียน เพื่อวิเคราะห์การใช้กิจกรรม และแนวทางในการแก้ไข

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ โดยใช้เวลา 60 นาที

2. เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยแบบบันทึกหลังสอน และแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน

3. เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฉบับเดิม

4. สัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างในกรณีที่นักเรียนตอบคำถามไม่ชัดเจน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สร้างกรอบคำตอบของแต่ละประเด็น โดยแบ่งความความเข้าใจออกเป็น 3 ส่วน ที่ปรับปรุงมาจากแนวคิดของ Abd-El-Khalick & Lederman (2000) ประกอบด้วย

เข้าใจถูกต้อง หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง

เข้าใจบางส่วน หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดได้บางส่วนแต่ยังไม่สมบูรณ์

เข้าใจคลาดเคลื่อน หมายถึง นักเรียนไม่สามารถอธิบายลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดได้

2. นำกรอบคำตอบที่สร้างให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณา

3. วิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ละประเด็น ตามกรอบคำตอบที่สร้างเอาไว้ ระหว่างนี้อาจมีการปรับแก้กรอบคำตอบเพิ่มเติม

4. อ่านคำตอบอีกครั้งเพื่อวิเคราะห์ว่าทุกคำตอบสอดคล้องกับกรอบคำตอบ

5. จัดกลุ่มความเข้าใจแต่ละส่วนเป็นกลุ่มย่อยเพื่อแสดงถึงกลุ่มคำตอบ

6. แบ่งข้อมูล 10% ให้ผู้วิจัยท่านอื่นอีก 2 ท่านได้วิเคราะห์คำตอบ

7. เปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เพื่อแสดงการพัฒนาความเข้าใจเป็นค่าร้อยละ และพิจารณาร่วมกับข้อมูลจากแบบบันทึกหลังสอนและอนุทินของนักเรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอธิบายข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากแบบวัด

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในทุกประเด็นที่ศึกษา โดยเฉพาะประเด็นวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับความเชื่อ ค่านิยม วัฒนธรรมและสังคมที่นักวิทยาศาสตร์อาศัยอยู่ ประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้ และประเด็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีขั้นตอนตายตัว ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยจะอภิปรายถึงผลการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งเสนอแนะแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละประเด็นดังนี้

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้

คำถามที่ใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจประเด็นนี้ ได้แก่ "หากนักเรียนค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาใหม่และพยายามที่จะเผยแพร่ข้อความรู้นั้น นักเรียนคิดว่าจะได้รับการยอมรับจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับอะไร"

จากการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นนี้พบว่านักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากร้อยละ 17.6 เป็นร้อยละ 73.5

หากพิจารณาความเข้าใจก่อนเรียนพบว่ามีนักเรียนร้อยละ 61.8 เข้าใจคลาดเคลื่อน โดยแบ่งกลุ่มคำตอบที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากกลุ่มนี้ได้ว่า การจะได้รับการยอมรับจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ขึ้นอยู่กับสิ่งต่างๆดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นทั้งก่อนและหลังเรียน (n=34)

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 34 คน (ร้อยละ)					
	เข้าใจคลาดเคลื่อน		เข้าใจบางส่วน		เข้าใจถูกต้อง	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้	21 (61.7)	3 (8.8)	7 (20.6)	6 (17.6)	6 (17.6)	25 (73.5)
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	6 (17.6)	1 (2.9)	27 (79.4)	17 (50)	1 (2.9)	16 (47.1)
3. วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับความเชื่อ ค่านิยม วัฒนธรรม และสังคมที่นักวิทยาศาสตร์อาศัยอยู่	22 (64.7)	2 (5.9)	9 (26.5)	6 (17.6)	3 (8.8)	26 (76.5)
4. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน แต่ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน	21 (61.7)	0 (0)	13 (38.2)	25 (73.5)	0 (0)	9 (26.5)
5. วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงวิธีหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้หาคำตอบ ซึ่งไม่มีขั้นตอนตายตัว						
5.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอน ตายตัวในการหาคำตอบ	19 (55.9)	3 (8.8)	13 (38.2)	11 (32.4)	2 (5.9)	20 (58.8)
5.2 วิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีได้หลากหลายวิธี	8 (23.5)	0 (0)	7 (20.6)	5 (14.7)	19 (55.9)	29 (85.3)

ความน่าเชื่อถือของงาน/ผู้พูด ร้อยละ 14.7 การให้เหตุผลร้อยละ 17.6 การพิสูจน์ความจริง ร้อยละ 11.7 การนำไปใช้งาน ร้อยละ 8.8 และอื่นๆ ร้อยละ 8.8 เช่น นักเรียนรหัส A07 ตอบว่า "นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองค้นคว้าอย่างเต็มที่และสุดความสามารถจนเป็นที่ยอมรับ"

นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักเรียนอยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วนจำนวนร้อยละ 20.6 ที่สามารถแบ่งกลุ่มคำตอบได้เป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่ การจะได้รับการยอมรับหรือไม่ขึ้นอยู่กับผลการทดลองร้อยละ 11.8 และขึ้นอยู่กับการพิสูจน์สิ่งที่ค้นพบร้อยละ 8.8

เมื่อพิจารณาความเข้าใจหลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบได้ว่าการจะได้รับการยอมรับจากมติประชาคมนักวิทยาศาสตร์หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับหลักฐานที่ค้นพบ ซึ่งมีนักเรียนเข้าใจถูกต้องร้อยละ 73.5 แต่ยังคงมีนักเรียนอยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วนร้อยละ 17.6 ซึ่งนักเรียนทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่มนี้ตอบว่าขึ้นอยู่กับผลการทดลอง และสำหรับกลุ่มที่เข้าใจคลาดเคลื่อนร้อยละ 8.8 ที่ตอบมาเพียงว่าขึ้นอยู่กับความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยไม่มีการอธิบายว่าความน่าเชื่อถือนั้นขึ้นอยู่กับอะไร และนักเรียนอีกคนหนึ่งที่ตอบว่าขึ้นอยู่กับความตั้งใจจริงในการค้นพบ

แนวทางในการจัดการเรียนรู้ประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยแทรกประเด็นนี้ลงไปในเนื้อหาเรื่อง การเกิดปฏิกิริยา อัตราการเกิดปฏิกิริยา และปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้ข้อค้นพบว่า ประเด็นนี้สามารถแทรกได้ทั้งในเนื้อหาที่มีการทดลองและไม่มีการทดลอง เพราะเมื่อมีการให้นักเรียนตอบคำถาม สรุปผล หรือแสดงความคิดเห็น ครูสามารถถามหาหลักฐานในการตอบคำถามของนักเรียนได้ทุกครั้ง ว่านักเรียนทราบได้อย่างไร มีเหตุผลหรือมีหลักฐานอะไร หรืออาจจะลองถามเพื่อนคนอื่นว่าเห็นด้วยหรือไม่ เพราะอะไร การสรุปผลของกลุ่มเพื่อนนักเรียนเชื่อถือได้หรือไม่ เป็นต้น การซักไซร้ในลักษณะนี้จะทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของหลักฐานในการจะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และพยายามคิดพิจารณาก่อนที่จะตอบหรือเชื่อสิ่งใด นอกจากนี้การที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสนำเสนอหน้าชั้นเรียนจะทำให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน และพิจารณาข้อสรุปของเพื่อนว่าเชื่อได้หรือไม่ สมเหตุสมผลหรือไม่ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ด้วยว่ากว่าจะได้มาเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีการถามหาหลักฐาน โต้แย้งอภิปรายกันจึงจะเป็นที่ยอมรับ

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

คำถามที่ใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจประเด็นนี้ ได้แก่ "นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในขั้นตอนต่างๆของการได้มาซึ่งความรู้หรือไม่ ถ้าใช้ ใช้ในขั้นตอนใดบ้าง (ก่อน ระหว่าง และหลังการเก็บข้อมูล) เพราะอะไรจงอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ ถ้าไม่ใช้ เพราะอะไรจงอธิบาย"

จากการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นนี้ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากร้อยละ 2.9 เป็น ร้อยละ 47.1

หากพิจารณาความเข้าใจก่อนเรียนพบว่านักเรียนร้อยละ17.6 เข้าใจคลาดเคลื่อน โดยแบ่งเป็นนักเรียน ร้อยละ 33.3 ของกลุ่มนี้เข้าใจว่าไม่ต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนอีกร้อยละ 66.7 ตอบว่าใช้แต่คำอธิบายไม่ได้แสดงถึงการใช้จินตนาการ เช่น นักเรียนรหัส A02 ตอบว่า "ใช้ เพราะ การทำสิ่งใหม่ๆ อาจจะทำให้เกิดความรู้ใหม่ๆ ได้"

นักเรียนส่วนใหญ่ คือนักเรียนร้อยละ 79.4 อยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วน หมายความว่านักเรียนเข้าใจได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เข้ามาเกี่ยวข้อง โดยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนจากกลุ่มนี้ได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ถูกใช้แค่ในช่วงก่อนการเก็บข้อมูล ร้อยละ 63.0 กลุ่มที่ตอบว่า ใช้แต่อธิบายไม่ชัดเจนว่าใช้ในช่วงใดบ้าง ร้อยละ 14.8 เช่น

นักเรียนรหัส A16 ตอบว่า "ใช้ทุกขั้นตอน เพราะจินตนาการทำให้รู้ว่าต้องทำอย่างไรต่อไป ใช้สิ่งใดในการหาข้อมูลต่างๆ"

มีกลุ่มที่ตอบว่าใช้ทุกขั้นตอนแต่อธิบายไม่ชัดเจนบางขั้นตอนว่าใช้อย่างไร นอกจากนี้ยังมีกลุ่มที่ตอบว่าใช้ในช่วงก่อนและหลังเก็บข้อมูล ร้อยละ 3.7 และตอบว่าใช้ในช่วงหลังเก็บข้อมูลร้อยละ 3.7

เมื่อพิจารณาความเข้าใจหลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจถูกต้องมากขึ้นว่าความคิดสร้างสรรค์ใช้ในทุกขั้นตอน นักเรียนสามารถตอบได้ว่า ก่อนเก็บข้อมูลใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบการทดลอง ตั้งสมมติฐาน ระหว่างเก็บข้อมูลใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดเปลี่ยนอุปกรณ์การทดลอง และหลังเก็บข้อมูลใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการตีความสร้างข้อสรุป

แต่อย่างไรก็ตามยังคงมีนักเรียนถึงร้อยละ 50.0 ที่ยังอยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วน แต่นักเรียนเข้าใจว่าความคิดสร้างสรรค์ใช้ได้อย่างไรมากขึ้นกว่าก่อนเรียน ซึ่งสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนกลุ่มนี้ได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ใช้ตอนก่อนเก็บข้อมูล ร้อยละ 35.3 ใช้ก่อนและระหว่างเก็บข้อมูล ร้อยละ 35.3ใช้ก่อน ระหว่าง และหลังการเก็บข้อมูลแต่เข้าใจการใช้คลาดเคลื่อนช่วงหลังเก็บข้อมูล ร้อยละ 17.6 เช่น นักเรียนรหัส B09 ตอบว่า "ก่อนทำการทดลองเราก็จะใช้จินตนาการเพื่อสร้างคำถาม ตั้งสมมติฐาน และระหว่างการเก็บข้อมูล เราใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบแก้ไขปัญหาที่เกิด และหลังการเก็บข้อมูลก็ใช้ออกแบบตารางหรือการสรุปผลการทดลองให้ผู้อื่นเข้าใจง่าย"

กลุ่มที่ตอบว่าใช้ก่อน ระหว่าง และหลังการเก็บข้อมูลแต่เข้าใจการใช้คลาดเคลื่อนช่วงระหว่างเก็บข้อมูล ร้อยละ 11.8 เช่น นักเรียนรหัส B13 ตอบว่า

"ใช้ในขั้นตอนก่อนการทดลอง เช่น จินตนาการว่าการทดลองจะมีผลอย่างไร ระหว่างการทดลองก็จะจินตนาการรูปแบบต่างๆจะทำให้สามารถเข้าใจการทดลองได้ง่ายและติดตา หลังการทดลอง ใช้จินตนาการในการเรียบเรียง ทำให้ข้อมูลดูมีเหตุผล สร้างคำอธิบาย " เป็นต้น

แนวทางในการจัดการเรียนรู้ประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยแทรกประเด็นนี้ลงไปในเนื้อหาเรื่อง การเกิดปฏิกิริยา และปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งทำให้ฉันพบว่าการให้นักเรียนได้ออกแบบและทำการทดลองด้วยตนเองจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจในประเด็นนี้ชัดเจนขึ้น เพราะนักเรียนจะได้เลือกอุปกรณ์ วางแผน ทำการทดลอง ลองเปลี่ยนแผน แก้ปัญหาในช่วงระหว่างการทดลองหากนักเรียนมีโอกาสได้ปรับเปลี่ยนแผน ได้แก้ปัญหา ก็จะทำให้นักเรียนเข้าใจว่าระหว่างการทดลองต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ร่วมด้วย หากนักเรียนไม่มีโอกาสได้ทำส่วนนี้ นักเรียนมักจะไม่เข้าใจว่าระหว่างทำการทดลองได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ช่วงไหนอย่างไร ดังนั้นครูควรบ่งชี้ประเด็นนี้ให้ชัดเจนในกรณีที่ระหว่างการทำกิจกรรมในห้องว่าถ้ามีนักเรียนกลุ่มใดปรับเปลี่ยนการทดลอง หรือมีการเลือกอุปกรณ์ใหม่ ให้ครูอภิปรายกับนักเรียนทั้งห้องว่าระหว่างทำการทดลองหรือเก็บข้อมูลนี้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการถูกใช้หรือไม่ และหลังการทดลองก็ควรให้นักเรียนได้วาดรูปเพื่ออธิบายผลการทดลอง เพื่อแสดงถึงการพยายามหาเหตุผลในการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น ดังนั้นการทดลองที่ให้นักเรียนทำต้องมีความท้าทายระดับหนึ่งในการลงข้อสรุป ไม่ใช่แค่รายงานผลตามการทดลองได้เลย นักเรียนจะได้ไม่เข้าใจแค่ว่าจินตนาการใช้ในการอธิบายผลการทดลองให้ผู้อื่นเข้าใจง่ายเท่านั้น

3. วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับความเชื่อ ค่านิยม วัฒนธรรม และสังคมที่นักวิทยาศาสตร์อาศัยอยู่

คำถามที่ใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจประเด็นนี้ ได้แก่ "นักเรียนคิดว่าความเชื่อ ค่านิยม สังคมและวัฒนธรรมของคนในสังคมมีผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่าง"

จากการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นนี้ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากร้อยละ 8.8 เป็น ร้อยละ 76.5

หากพิจารณาความเข้าใจก่อนเรียนพบว่านักเรียนร้อยละ 64.7 เข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นนี้ โดยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนกลุ่มนี้ได้ว่า นักเรียนกลุ่มที่ให้เหตุผลว่าสังคมยึดติดกับ ความเชื่อ ค่านิยมแบบเดิมมากกว่าเชื่อในวิทยาศาสตร์โดยไม่มีการอ้างถึงว่าสิ่งต่างๆที่กล่าวมาว่ามีผลต่อการพัฒนาความรู้อย่างไร ร้อยละ 31.8 เช่น นักเรียนรหัส A29 ตอบว่า

"มีผล เพราะ ความเชื่อจากคนโบราณ เช่น ผีที่วิทยาศาสตร์ไม่สามารถพิสูจน์ แต่คนส่วนใหญ่เชื่อว่ามี"

กลุ่มที่ตอบว่า มีผล แต่ไม่สามารถอธิบายถึงผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 31.8 ของกลุ่ม เช่น นักเรียนรหัส A23 ตอบว่า

"มีผล เพราะ ความเชื่อด้านต่างๆ อาจทำให้มีข้อโต้แย้งและขัดต่อความเป็นจริง เช่น เรื่องผี

กลุ่มที่อ้างเหตุผลที่หมายถึงการพัฒนาของสังคม ไม่ใช่พัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 27.3 ของกลุ่ม นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีกร้อยละ 9.1 ที่คิดว่าสิ่งเหล่านี้ไม่มีผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาความเข้าใจหลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 76.5 เข้าใจถูกต้องว่าสิ่งเหล่านี้มีผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่จะกล่าวถึงด้านสังคมที่เป็นปัจจัยหนึ่งในการกำหนดการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนรหัส B01 ตอบว่า

"มีผล สังคมเป็นส่วนช่วยในการผลักดันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ถ้าสังคมไม่มีการสนับสนุนเรื่องเงินทุนในการทำงานวิจัย อาจทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ก้าวหน้า"

หรือ นักเรียน รหัส B17 ที่ตอบว่า

"มีผล เมื่อจะพัฒนาหรือสร้างอะไร ในทางวิทยาศาสตร์ก็อาจจะมีการไม่เห็นด้วย ทำให้วิทยาศาสตร์พัฒนาล่าช้า เช่น นักวิทยาศาสตร์อาจทำการสำรวจพื้นที่ขุดเจาะน้ำมัน ซึ่งจะทำให้สังคมอาจไม่พอใจไม่ยอมรับทำให้เกิดการประท้วง"

อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วนที่สามารถบอกได้ว่าสิ่งเหล่านี้มีผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่สามารถยกตัวอย่างได้ และนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเข้าใจคลาดเคลื่อนที่ให้เหตุผลว่าความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันทำให้การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สำเร็จ แต่เมื่อสัมภาษณ์เพื่อให้นักเรียนอธิบายเพิ่มเติม นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้

แนวทางในการจัดการเรียนรู้ประเด็นวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับความเชื่อ ค่านิยม วัฒนธรรม และสังคมที่นักวิทยาศาสตร์อาศัยอยู่

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยแทรกประเด็นนี้ลงไปในเนื้อหาเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการเกิดปิโตรเลียม ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้ข้อค้นพบว่าการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ทำได้โดยนำเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมมาให้นักเรียนเห็นว่า เป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดแนวทางการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เรื่องราวที่ยกมานั้นควรเป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียนหรือเป็นเรื่องที่นักเรียนเคยทราบข่าวมาก่อน อาจใช้คลิปวิดีโอที่แสดงให้เห็นถึงเหตุการณ์จริง เช่น บทบาทของชาวบ้านที่ออกมาประท้วงไม่ให้มีการสำรวจพื้นที่ในการขุดเจาะน้ำมัน นักเรียนจะได้เห็นว่าการได้มาซึ่งข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีปัจจัยทางสังคมมาเกี่ยวข้องด้วย ในส่วนของการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยคิดว่าน่าสนใจสำหรับประเด็นนี้แต่ยังไม่ได้ลองทำคือ ให้นักเรียนได้สวมบทบาทเป็นทั้งชาวบ้าน นักวิทยาศาสตร์ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาต่างๆในสังคม และให้นักเรียนได้แสดงบทบาทถึงการพูดคุย ถกเถียง การแก้ปัญหา เช่น ปัญหาเรื่องโรงไฟฟ้าถ่านหินว่าสมควรสร้างหรือไม่ เพื่อให้เห็นบทบาทของแต่ละฝ่ายและได้เข้าถึงประเด็นนี้ชัดเจนมากขึ้น แต่หากเวลาไม่พอคลิปวิดีโอที่เป็นเรื่องราวที่เกิดขึ้นจริงก็สามารถทำให้เข้าใจประเด็นนี้ได้ แต่ต้องมีการถามตอบและอภิปรายให้ชัดเจน

4. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน แต่ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน

คำถามที่ใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจประเด็นนี้ ได้แก่ "นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์เหมือนหรือต่างจากเทคโนโลยีอย่างไร จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ"

จากการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นนี้ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจาก ร้อยละ 0 เป็น ร้อยละ 26.5

หากพิจารณาความเข้าใจก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 61.8 เข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นนี้ ซึ่งสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนกลุ่มนี้ได้ว่า นักเรียนกลุ่มที่ให้เหตุผลว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น เหมือนกัน เพราะมีการพัฒนาและก้าวหน้าเหมือนกัน ร้อยละ 19.0 กลุ่มที่ตอบว่า เหมือนกัน เพราะเทคโนโลยีมาจากวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 33.3 กลุ่มที่ตอบว่าเหมือนกันเพราะวิทยาศาสตร์ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีร้อยละ 5.9 กลุ่มที่ตอบว่า เหมือนกัน เพราะ เป็นสิ่งอำนวยความสะดวก ร้อยละ 19.0 และยังมีกลุ่มที่ตอบว่าเหมือนกันแต่อธิบายไม่ชัดเจน ร้อยละ 9.5 และนักเรียนบางคนที่ตอบว่าเหมือนกันเพราะเป็นการทดลอง

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนร้อยละ 38.2 อยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วน ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นต่างกัน แต่เข้าใจว่าเทคโนโลยีจำเป็นต้องอาศัยวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนรหัส A11 ตอบว่า

"ต่างกัน เพราะ วิทยาศาสตร์พัฒนามาเป็นเทคโนโลยี คือเป็นการดัดแปลงนำมาประยุกต์ใช้"

เมื่อพิจารณาความเข้าใจหลังเรียนพบว่าไม่มีนักเรียนคนใดอยู่ในกลุ่มเข้าใจคลาดเคลื่อน นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 73.5 อยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วน ซึ่งนักเรียนทุกคนในกลุ่มนี้สามารถบอกได้ว่าวิทยาศาสตร์ต่างกับเทคโนโลยี แต่นักเรียนยังไม่ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเข้าใจถูกต้องเนื่องจาก นักเรียนกลุ่มที่บอกความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแต่ยังไม่ถูกต้อง ซึ่งเทคโนโลยีจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 40 เช่นนักเรียนรหัส B07 ตอบว่า

"วิทยาศาสตร์ คือ ข้อความรู้ เทคโนโลยี สิ่งที่ใช้วิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความสะดวกสบาย วิทยาศาสตร์ช่วยให้เทคโนโลยีเกิดขึ้น และเทคโนโลยีจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนถูกจัดอยู่ในกลุ่มอื่นๆที่มีส่วนผิดพลาดต่างกันไป เช่น บางกลุ่มบอกความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งสองทาง แต่บอกว่าเทคโนโลยีจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือกลุ่มที่บอกได้ว่าเทคโนโลยีไม่จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่นักเรียนกล่าวถึงความหมายของวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยีไม่ถูกต้อง เป็นต้น

แนวทางในการจัดการเรียนรู้ประเด็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันแต่ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยแทรกประเด็นนี้ลงไปในเนื้อหาเรื่อง การเกิดปิโตรเลียม ซึ่งทำให้ได้ข้อค้นพบว่า การแทรกประเด็นนี้ควรเริ่มจากการให้นักเรียนรู้จักเทคโนโลยีก่อนว่าคืออะไร ด้วยการให้เห็นถึงตอนที่ไม่มีเทคโนโลยีว่าคนใช้ชีวิตอย่างไร อาจจะถามสิ่งของรอบตัวว่าสิ่งใดเรียกว่าเทคโนโลยีบ้าง แล้วให้นักเรียนให้คำนิยามขึ้นมา นักเรียนจะเห็นว่าการพัฒนาสิ่งต่างๆขึ้นมาเพื่อความสะดวกสบายนั้นเราเรียกมันว่าเทคโนโลยี และเมื่อนักเรียนเข้าใจความหมายของคำนี้ นักเรียนจะทราบว่ามันไม่เหมือนกับวิทยาศาสตร์ ในการสอน ผู้วิจัยพยายามให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของทั้งสองอย่างเพื่อให้เข้าใจว่ามันไม่ใช่สิ่งเดียวกัน เช่น นำเสนอคลิปวิดีโอที่เทคโนโลยีทำให้ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้น นักเรียนก็จะทราบว่ามันอาจมีความเกี่ยวข้องกันแต่ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน เพราะเทคโนโลยีทำให้เกิดความสะดวกขึ้นเท่านั้น ไม่ใช่การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ แต่ปัญหาที่พบคือนักเรียนยังคงเข้าใจว่าเทคโนโลยีต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แม้ในห้องเรียนได้มีการพูดคุยถึงส่วนนี้ แต่เนื่องจากตัวอย่างที่ยกอาจยังไม่ดีพอ นักเรียนคิดว่าอย่างไรก็ตามเทคโนโลยีก็ต้องอาศัยวิทยาศาสตร์

และนักเรียนเสนอความคิดเห็นว่า ในความเป็นจริงทุกเทคโนโลยีไม่ว่าจะเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านหรือของใช้ใกล้ตัวก็มีหลักวิทยาศาสตร์อยู่ในนั้น เพียงแต่คนสร้างอาจจะไม่รู้ในตอนนั้นก็ได้ ใช่ว่ามันไม่ใช้วิทยาศาสตร์ น่าสนใจว่าเราจะตอบคำถามนี้หรือยกตัวอย่างให้นักเรียนเห็นว่ามันไม่ใช่อย่างไรดี

5. วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงวิธีหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้หาคำตอบ ซึ่งไม่มีขั้นตอนตายตัว

คำถามที่ใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจประเด็นนี้มี 2 ข้อด้วยกัน ดังนี้

ข้อที่ 1 " นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด "

จากการสำรวจความเข้าใจในส่วนของขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่จำเป็นต้องมีลำดับที่เป็นขั้นตอนตายตัว พบว่านักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจาก ร้อยละ 5.9 เป็น ร้อยละ 58.8

เมื่อพิจารณาความเข้าใจก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.9 อยู่ในกลุ่มเข้าใจคลาดเคลื่อน โดยแบ่งกลุ่มคำตอบของนักเรียนได้ว่า จำเป็นต้องทำการทดลอง เพื่อทำให้การทดลองน่าเชื่อถือ ถูกต้อง แม่นยำ ร้อยละ 50 ของกลุ่ม เช่น นักเรียนรหัส A16

"ใช่ เพราะจะทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มานั้นมีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือ"

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ให้เหตุผลอื่นอีกเช่น จำเป็นต้องทำตามขั้นตอนเพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุ บางกลุ่มตอบว่าจำเป็นแต่ไม่ให้เหตุผล และกลุ่มที่ตอบว่าไม่จำเป็นสามารถเปลี่ยนการทดลองได้ ซึ่งไม่กล่าวถึงการเปลี่ยนลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนร้อยละ 38.2 อยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วน โดยสามารถแบ่งกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ตอบว่าไม่ใช่ แต่ไม่ให้เหตุผล และ กลุ่มที่กล่าวถึงลำดับขั้นของการทดลองที่ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ ซึ่งนักเรียนไม่กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนเข้าใจได้ว่าขั้นตอนการทดลองไม่จำเป็นต้องทำตามขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว นักเรียนกลุ่มนี้จึงยังไม่ได้อยู่ในกลุ่มเข้าใจถูกต้อง แต่นักเรียนไม่ได้เข้าใจคลาดเคลื่อน ซึ่งมีจำนวนร้อยละ 84.6 ของกลุ่ม เช่น นักเรียนรหัส A28 ตอบว่า

"ไม่ใช่ เพราะ อาจจะมีขั้นตอนเพิ่มขึ้น หรือลัดขั้นตอนการทดลองนั้นไป"

เมื่อพิจารณาความเข้าใจหลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 58.8 อยู่ในกลุ่มเข้าใจถูกต้อง ซึ่งนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มนี้ตอบได้ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถสลับ ข้ามหรือทำซ้ำขั้นตอนได้ ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้ประกอบด้วย การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลการทดลอง โดยนักเรียนแต่ละคนบอกวิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้มากน้อยต่างกันไป บ้างมีการตั้งปัญหา หรือการรวบรวมข้อมูลด้วย เช่น นักเรียนรหัส A10

"วิธีการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย สังเกต ตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดลอง รวบรวม อภิปรายผล สามารถทำซ้ำได้ ข้ามขั้นตอนได้ อาจจะตั้งสมมติฐานแล้วทำการทดลองแล้วตั้งสมมติฐานขึ้นมาใหม่ก็ได้"

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนร้อยละ 32.4 ที่อยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วน ซึ่งแบ่งคำตอบของนักเรียนได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่กล่าวถึงลำดับขั้นของการทดลองที่ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ ร้อยละ 81.8 ของกลุ่ม และนักเรียนร้อยละ 18.2 ที่ตอบถูกต้อง แต่ไม่ให้เหตุผล

ข้อที่ 2 "ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่อย่างไรจงอธิบาย"

จากการสำรวจความเข้าใจในส่วนของวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีได้หลากหลายวิธี พบว่านักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจาก ร้อยละ 55.9 เป็น ร้อยละ 83.5

เมื่อพิจารณาความเข้าใจก่อนเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.9 เข้าใจถูกต้องแล้วว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มาจากการทดลองเท่านั้น สามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนกลุ่มนี้ได้ว่า อาจมาจากการสังเกต ร้อยละ 63.2 การสังเกตและวิเคราะห์ ร้อยละ 10.5 การวิเคราะห์ ร้อยละ 5.3 การสำรวจ ร้อยละ 10.5 และการคาดคะเนความเป็นไปได้ร้อยละ 10.5

มีนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วนร้อยละ 20.5 นักเรียนในกลุ่มนี้ทุกคนตอบได้ว่าไม่เห็นด้วยว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมาจากการทดลองเท่านั้น แต่นักเรียนไม่สามารถยกตัวอย่างวิธีอื่นได้ บางคนเข้าใจว่าใช้การสังเกต แต่ก็ต้องมาคู่กับการทดลอง นอกจากนี้ยังมีนักเรียนร้อยละ 20.6 อยู่ในกลุ่มเข้าใจคลาดเคลื่อน โดย 87.5 ของนักเรียนกลุ่มนี้เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น และนักเรียน 1 คน หรือ ร้อยละ 12.5 ของกลุ่มนี้ ตอบว่าไม่เห็นด้วยว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองเท่านั้น แต่ให้เห็นผลว่าอาจมาสิ่งที่เห็นว่ามีอยู่จริงอยู่แล้ว

เมื่อพิจารณาความเข้าใจหลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 85.3 อยู่ในกลุ่มเข้าใจถูกต้อง นักเรียนในกลุ่มนี้บอกได้ว่าวิธีการได้มาซึ่งความรู้มีหลายวิธีด้วยกัน ทั้งมาจากการสังเกตและความบังเอิญ ร้อยละ 20.7 ของกลุ่ม มาจากการสังเกต การสำรวจ ความบังเอิญ ร้อยละ 13.8 มาจากการสังเกต สำรวจ รวบรวม/วิเคราะห์ข้อมูล บังเอิญ ร้อยละ 10.3 และยังมีกลุ่มนักเรียนกลุ่มอื่นๆอีก เช่น นักเรียนรหัส B19 ตอบว่า

"ไม่เห็นด้วย เพราะ ในการได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอาจไม่ต้องมาจากการทดลองอย่างเดียวก็ได้ อาจได้มาจากการสำรวจ การรวบรวมข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์ เช่น นักดาราศาสตร์ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการสำรวจ ส่องกล้องแล้วมาสรุปผล"

ส่วนนักเรียนอีก 14.7 ที่อยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วน แบ่งออกเป็นสองกลุ่มคำตอบ คือนักเรียนเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มาจากการทดลองเท่านั้น แต่ร้อยละ 60 ของกลุ่มนี้ คิดว่าการทดลองต้องเป็นส่วนหนึ่ง และร้อยละ 40 ไม่ยกตัวอย่างวิธีการอื่น

แนวทางในการจัดการเรียนรู้ในประเด็น วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงวิธีหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้หาคำตอบ ซึ่งไม่มีขั้นตอนตายตัว

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยแทรกประเด็นนี้ลงไปในเนื้อหาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการเกิดปิโตรเลียม ทำให้ได้ข้อค้นพบว่าหากต้องการให้นักเรียนเข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว ต้องให้นักเรียนได้ทำการทดลองที่หลากหลายและได้ออกแบบการเก็บข้อมูลเอง นักเรียนแต่ละกลุ่มจะใช้ขั้นตอนที่ต่างกัน ซึ่งครูสามารถใช้ช่วงท้ายของกิจกรรมอภิปรายว่าแต่ละกลุ่มทำอย่างไร อาจมีการตั้งสมมติฐานก่อนทำการทดลอง หรือทำการทดลองแล้วตั้งสมมติฐานใหม่ก็ได้ และในส่วนของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยคิดว่าต้องให้นักเรียนหาคำตอบของคำถามมาด้วยวิธีการที่หลากหลาย ไม่ใช่แค่ทำการทดลอง ซึ่งเป็นที่น่าเสียดายว่าผู้วิจัยไม่ได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำการค้นคว้า สำรวจ เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ๆ ด้วยตนเอง กิจกรรมที่ผู้วิจัยออกแบบมีเพียงให้นักเรียนเรียนรู้จากคลิปวิดีโอ และใช้การถามตอบ ซึ่งแทรกอยู่ในเนื้อหาที่มีการค้นพบความรู้จากการสำรวจ ความบังเอิญ และการสังเกต ทำให้นักเรียนยังติดอยู่กับคำว่าการทดลอง แม้เวลาถามนักเรียนจะเข้าใจได้ว่าไม่ใช่แค่การทดลองเท่านั้นที่จะทำให้ได้มาซึ่งความรู้ แต่นักเรียนก็ยังติดการตอบคำถามด้วยคำว่าการทดลอง เช่น เมื่อถามเรื่องของการเก็บข้อมูลต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์อย่างไรบ้าง นักเรียนจะพุ่งเป้าไปที่การทดลองเท่านั้น ไม่ได้คิดถึงการเก็บข้อมูลด้วยวิธีอื่น ดังนั้นผู้วิจัยคิดว่าการสอดแทรกประเด็นนี้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ลึกต้องให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการอื่นที่ไม่ใช่การทดลองด้วยตนเองอย่างแท้จริง

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดสามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ทุกประเด็น ซึ่งจะเห็นได้ว่าประเด็นที่นักเรียนมีการพัฒนาอย่างมาก เช่น ประเด็นวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับความเชื่อ ค่านิยม วัฒนธรรม และสังคมที่นักวิทยาศาสตร์อาศัยอยู่ เป็นประเด็นที่ยกสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนมาอภิปราย ทำให้เข้าใจได้ไม่ยาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ อังคณา (2555) ที่พัฒนานักเรียนในประเด็นนี้ได้มากจากการอภิปรายเรื่อง

ในชีวิตประจำวันเช่นกัน ส่วนประเด็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวในการหาคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่ได้รับการพัฒนามาอยู่ในกลุ่มเข้าใจถูกต้อง ซึ่งจากงานวิจัยของ กาญจนา (2553) พบว่าการพัฒนาความเข้าใจในประเด็นนี้ทำได้ยาก เนื่องจากนักเรียนมีความเชื่อมานานเกี่ยวกับขั้นตอนที่จำเป็นต้องทำตามลำดับ แต่ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้เห็นว่าเมื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยให้อิสระในการออกแบบการเก็บข้อมูลพร้อมกับการอภิปรายอย่างชัดแจ้งสามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจประเด็นนี้เหล่านี้ได้ดี ทั้งนี้ครูต้องใช้คำถามที่ซักไซร้ไล่เรียงทำให้นักเรียนแสดงความคิดออกมา การรีบบอกคำตอบออกไป ไม่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจ นักเรียนได้แค่จำไปชั่วคราว เช่น ประเด็นวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วน เนื่องจากนักเรียนหลายคนยังเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในช่วงระหว่างและหลังการเก็บข้อมูล เพราะนักเรียนเหล่านั้นรู้สึกไม่ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในช่วงดังกล่าวด้วยตนเอง และเมื่อครูพยายามบอกหรือเฉลยเหมือนนักเรียนจะเข้าใจ แต่เมื่อมาดูผลจากแบบวัดเห็นได้ว่านักเรียนจะตอบถูกต้องในส่วนที่ตนเองเข้าใจลึกซึ้งเท่านั้น นอกจากนี้จำนวนครั้งของการอภิปรายในประเด็นต่างๆก็มีส่วนสำคัญ หากมีโอกาสได้แทรกในแผนการสอนน้อย เช่น ประเด็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน แต่ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน อาจทำให้นักเรียนไม่พัฒนาเท่าที่ควร เพราะครูไม่มีโอกาสปรับแก้ความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา มหาลี. ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2553.

ลือชา ลดาชาติ, ลฎาภา สุทธกูล. การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 2555; 4(2): 73-90.

สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม, พรทิพย์ ไชยโส. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น 2552; 14(4): 360-374.

อังคณา ปัทมพงศา. การพัฒนาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2555.

Abd-El-Khalick F, Lederman NG. The Influence of History of Science Courses on Student Views of Nature of Science. **Journal of Research in Science Teaching** 2000; 37(10): 1057-1095.

American Association for the Advancement of Science. Science for all Americans 1990. New York: Oxford University

Driver R, Asoko H, Leach J, Mortimer E, & Scott P. Constructing scientific knowledge in the classroom. Educational Researcher 1996; 23(7): 5–12.

Khishfe R, Abd-El-Khalick F. Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders views of

nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**. 2002; 39(7): 551-578.

Lederman NG, Abd-El-Khalick F, Bell RL, & Schwartz RS. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**. 2002; 39(6): 497–521.

McComas WF, Clough MP, Almazroa H. The role and character of the nature of Science in science education. In McComas WF (Ed.), The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies Dordrecht: Kluwer Academic. 3–39; 1998.

National Research Council [NRC]. Inquiry and the National Science Education Standard. A Guide for Teaching and Learning 1996. Washington DC: National Academy Press.