

เทคนิคการสอนเพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5:

การวิจัยปฏิบัติการ

Teaching Techniques for Developing 11th Graders' View of Nature of Science: Action Research

สิทธิชัย ชัยลังกา(Sitthichai Chailangka)* ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์ (Dr.Jeerawan Ketsing)**

ดร.วิภา หงษ์ตระกูล (Dr.Vipa Hongtrakul)***

บทคัดย่อ

งานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้ต้องการที่จะค้นหาเทคนิคการสอนในแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในการพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 27คน ข้อมูลเก็บรวบรวมผ่านอนุทินสะท้อนความคิดของครู วิดีโอเทปการสอน และใบกิจกรรมของนักเรียน ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัยเพื่อทำความเข้าใจข้อมูล ผลการวิจัยพบว่าเทคนิคการสอนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ 1) การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้สร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากข้อมูล/หลักฐานด้วยตนเอง 2) การใช้กิจกรรมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะและอภิปรายเปรียบเทียบทักษะการสังเกตและทักษะการลงความเห็นข้อมูล 3) การใช้กิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้และอภิปรายเปรียบเทียบว่านักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีและกฎได้อย่างไร และ 4) การใช้กิจกรรมให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างของกฎและทฤษฎีที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในเรื่องเดียวกัน

ABSTRACT

This classroom action research intent to explore good teaching practices in an explicit reflective integrated with historical scientific approach in developing the students' view of nature of science (NOS). The participants were 27 eleven grade students. The data was collected through teacher's journal, videos of classroom instruction, and students' worksheets. An inductive analysis method was used for making sense of the data. The results revealed that teaching techniques that could promote the students' view of nature of science are: 1) the use of learning activities that allow the students to construct scientific knowledge from data/evidence by themselves; 2) the use of activities that provide opportunities for the students to practice and discuss the difference between observation skill and inference skill; 3) the use of activities that give chances for the students to learn and discuss how scientists construct theory and law; and 4) the use of activities that provide opportunities for the students to compare and contrast between theory and law that explain the same natural phenomena.

คำสำคัญ: พันธุศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เทคนิคการสอน

Key Words: genetics, nature of science, teaching technique

*นิสิต หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**อาจารย์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

***ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกยุคปัจจุบัน นักเรียนจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้ดีและเติบโตเป็นพลโลกที่มีคุณภาพเมื่อเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literate person) (National Research Council[NRC], 1996) และการจะเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ได้นั้น อย่างน้อยที่สุด นักเรียนต้องมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) (NRC, 1996) ซึ่งมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร วิทยาศาสตร์ทำหน้าที่อย่างไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานร่วมกันอย่างไร วิทยาศาสตร์กับสังคมมีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร และอะไรที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ เป็นต้น (Lederman et al., 2002, McComas et al., 2002: 4) กล่าวโดยสรุปธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ ซึ่งอธิบายมุมมองที่วิทยาศาสตร์มีต่อโลก และมุมมองที่มนุษย์มีต่อวิทยาศาสตร์

การมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นับเป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับชาติและนานาชาติเช่นในประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา สหราชอาณาจักร เดนมาร์ก และสเปน (McComas, 2002: xii) สำหรับประเทศไทย กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544: 3) กำหนดไว้ในเป้าหมายการสอนวิทยาศาสตร์ว่า “[การ]จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียน] เข้าใจ ขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์” และกำหนดในสาระที่ 8 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544) โดยหลักสูตรเสนอแนะให้ครูวิทยาศาสตร์บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับการสอนวิทยาศาสตร์สาระอื่นทุกสาระและในทุกระดับชั้น

การมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นับเป็นสิ่งสำคัญ เพราะช่วยให้นักเรียนทราบว่า นักวิทยาศาสตร์สร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร มีกระบวนการทำงานอย่างไร ธรรมชาติของ

ความรู้ที่ค้นพบหรือสร้างขึ้นเป็นอย่างไร และคำถามลักษณะใดที่วิทยาศาสตร์ตอบได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2547: 2) ซึ่งความเข้าใจนี้จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น เพิ่มทักษะการตัดสินใจ ทำให้วิทยาศาสตร์มีความน่าสนใจและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครู (McComas et al., 2002) นอกจากนี้มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองให้ทำงานทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งเกิดความรักและพอใจในงานทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาชาติ ที่ต้องการพัฒนาคนไทยให้เป็น “คนเก่ง คนดี และมีความสุข”(สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2547: 3)

แม้ว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ แต่ในทางปฏิบัติ พบว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนมีข้อจำกัดอยู่มากเห็นได้จากงานวิจัยหลายชิ้นที่ชี้ว่านักเรียนจำนวนมากมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Clough, 1995; Lederman, 1992; Meyling, 1997; Rowell and Cawthron, 1982; Rubba et al., 1981 cited in McComas, 2002: 27-28) โดยเฉพาะในประเด็นทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนเข้าใจว่าสมมติฐานจะพัฒนาเป็นทฤษฎี และทฤษฎีจะพัฒนาเป็นกฎเมื่อทฤษฎีได้รับการพิสูจน์และได้รับการยอมรับมากขึ้น (Ryan and Aikenhead, 1992 cited in McComas et al., 2002: 9-10) กฎมีความน่าเชื่อถือมากกว่าทฤษฎีเพราะกฎไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ (สุทธิดา และคณะ, 2552) และประเด็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ใช้เพียงการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Ryan and Aikenhead, 1992 cited in McComas et al. 2002: 9-10) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลจากการอนุมาน (ลีธทา และคณะ, 2555) เป็นต้น

ประกอบกับประสบการณ์ของผู้วิจัยในฐานะครูตรวจสอบมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ตนเองสอนก่อนเรียนพบว่า นักเรียนมีมุมมอง

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนหลายประเด็น โดยเฉพาะ 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ 2) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูล และ 3) ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 97) เข้าใจคลาดเคลื่อนว่ากฎคือความจริงในธรรมชาติ กฎเป็นสิ่งที่จะคงอยู่ตลอดไปไม่เปลี่ยนแปลงทุกอย่างต้องเป็นไปตามกฎ แต่ทฤษฎีเป็นสิ่งที่สามารถลบสิ่งเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลใหม่ภายหลังหรือทฤษฎีเมื่อได้รับการพิสูจน์จนแน่ชัดแล้วจะพัฒนาไปเป็นกฎ นอกจากนี้ นักเรียนหลายคนไม่สามารถระบุความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และศาสตร์สาขาอื่นได้

จากที่มาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยในฐานะครูจึงมีความสนใจที่จะค้นหาเทคนิคการสอนเพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยจากการตรวจสอบเอกสารพบว่าการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit and Reflective Approach) ร่วมกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ (Historical Scientific Approach) ช่วยพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ (Lin et al., 2010) โดยใช้กิจกรรมแสดงบทบาทสมมติเป็นนักวิทยาศาสตร์ในอดีต (Cakici and Baiyer, 2012) การใช้แผนผังประวัติศาสตร์ (Lin et al., 2010) หรืออภิปรายถึงข้อผิดพลาดในการค้นพบที่ผ่านมา (Allchin, 2012) อย่างไรก็ตามวิจัยที่ผ่านมา เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่จัดในภาคฤดูร้อน มิได้เป็นการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้อาเซียนปกติ อีกทั้งมิได้ให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับเทคนิคการสอนที่ช่วยพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

คำถามวิจัย

เทคนิคการสอนอะไรในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นิยามศัพท์เฉพาะ

มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หมายถึงความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถอธิบาย บรรยาย ลักษณะ หรือยกตัวอย่างประเด็นต่างๆ ในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ Lederman et al. (2002) ซึ่งมี 8 ประเด็น คือ 1) หลักฐานเชิงประจักษ์ 2) การสังเกตและการลงความเห็น 3) กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 4) ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในวิทยาศาสตร์ 5) การถูกเหนี่ยวนำโดยความรู้และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 6) อิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ 7) มายาคติต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ 8) ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยวัดได้จากใบกิจกรรมของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เทคนิคการสอน หมายถึง วิธีการที่ผู้วิจัย ซึ่งเป็นครูผู้สอนวิชาชีววิทยาได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ดี งานวิจัยนี้จะนำเสนอเฉพาะเทคนิคการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 4 เทคนิค ที่ผู้วิจัยได้ค้นพบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 8 กิจกรรม โดยจะยกตัวอย่างบางกิจกรรมในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3 ประเด็นหลักที่พบว่านักเรียนจำนวนมากมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ได้แก่ 1) ประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ กล่าวคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานหรือเกิดขึ้นมาจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ และสร้างข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้จากการสังเกตทั้งทางตรงและทางอ้อม 2) ประเด็นการสังเกตและลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือการสังเกตเป็นการบรรยายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ได้จากประสาทสัมผัส ส่วนการลงความเห็นเป็นการลงข้อสรุปหรือนิยามปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่สามารถสัมผัสได้โดยตรงแต่มีหลักฐานที่

ตรวจสอบและวัดได้ และ 3) ประเด็นกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ความแตกต่างระหว่างหน้าที่และคุณลักษณะของกฎและทฤษฎี และที่มาของกฎและทฤษฎี

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือสำรวจตรวจสอบ ตีความหมายข้อมูล และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตามแนวทางการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต (McKinney and Michalovic, 2004) และการหยิบยกเรื่องราวการค้นพบความรู้ของนักวิทยาศาสตร์หรือกรณีตัวอย่างทางสังคมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ขึ้นมาอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อเชื่อมโยงไปยังธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์คืออะไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร (Clough and Olson, 2004) และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายสะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือหลังกิจกรรมการเรียนรู้ โดยในการสอนจะให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เท่ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ และเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่อง การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยดำเนินการตามวงจรการวิจัยปฏิบัติการของ McNiff and Whitehead (2006) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ สังเกต (Observe) สะท้อนความคิด (Reflect) ลงมือปฏิบัติ (Act) ประเมินผล (Evaluate) ปรับปรุงการปฏิบัติ (Modify) โดยแต่ละขั้นตอนดำเนินการต่อเนื่องเป็นวงจร ซึ่งงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 8 วงจร ตามจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 27 คน เป็นนักเรียนชาย 10

คน และนักเรียนหญิง 17 คนของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพฯที่เรียนวิชาชีววิทยาเสริมภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

เครื่องมือวิจัยการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือในการวิจัย คือ อนุทินสะท้อนความคิดของครู วิชาชีววิทยา และการไปกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่สะท้อนมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เก็บข้อมูลในเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม 2557 โดยจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์จำนวน 8 แผน และ 1-2 คาบเรียน ที่บูรณาการกับเนื้อหาวิชาชีววิทยาใช้เวลาทั้งหมด 14 คาบเรียน อดิวิดิโอเทปการสอน เมื่อสอนจบแต่ละแผน ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากไปกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และเขียนอนุทินสะท้อนความคิดของตนเอง (ครู) ใน 4 ประเด็นคือ 1) สิ่งที่ได้ปฏิบัติจริงในชั้นเรียน 2) สิ่งส่งเสริมการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3) สิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แนวทางแก้ไข และ 4) สิ่งที่ได้เรียนรู้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากทั้งสามแหล่งมาวิเคราะห์แบบอุปนัย(Inductive analysis) (Lombard et al., 2006) และสร้างความน่าเชื่อถือของผลการวิจัยโดยการทำ Inter-coder reliability (Lombard et al., 2006)คือให้เพื่อนผู้วิพากษ์ (เพื่อนครูที่ทำวิจัยเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นกัน) อ่านไปกิจกรรมของนักเรียนและอนุทินสะท้อนความคิดของครูอย่างอิสระเพื่อค้นหาว่านักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างไรและผู้วิจัยมีเทคนิคการสอนอย่างไร จากนั้นนำผลที่ได้มาอภิปรายร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปของมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเทคนิคการสอนที่ดี จากนั้นจึงนำข้อค้นพบไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างข้อสรุปอีกครั้ง

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัยจากอนุทินสะท้อนความคิดของครู วิชาโอเพนการสอน และใบกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่าเทคนิคการสอนในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งร่วมกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีดังนี้

ประเด็นที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์

เทคนิคที่ 1 การใช้กิจกรรมให้นักเรียนได้สร้างความรู้วิทยาศาสตร์จากข้อมูล/หลักฐานด้วยตนเองในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งหมายถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานหรือเกิดจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ และสร้างข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้จากการสังเกตทั้งทางตรงและทางอ้อม (Lederman et al., 2002) ครูควรจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือเก็บข้อมูลหรือหลักฐานด้วยตนเอง เช่น การทดลอง การสำรวจ เป็นต้น หรือหากครูมีเวลาจำกัด อาจใช้วิธีให้ข้อมูลผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต (นับเป็นการใช้ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์) จากนั้นครูกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้สร้างความหมายและสร้างข้อสรุปจากข้อมูลหรือหลักฐานนั้นด้วยตนเองและเมื่อได้ข้อสรุปหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว ครูจึงใช้การสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งโดยใช้คำถามนำอภิปรายเพื่อช่วยให้นักเรียนสะท้อนความคิดย้อนกลับไปยังวิธีการที่พวกเขาได้มาซึ่งข้อสรุปหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นๆ เช่น แผนที่ 2 เรื่อง สารพันธุกรรม ผู้วิจัยใช้ประวัติศาสตร์การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องสารพันธุกรรม โดยให้ข้อมูลและหลักฐานที่นักวิทยาศาสตร์หลายท่านพบจากการทดลองเรื่องสารพันธุกรรม เช่น เฟรดริช มิเชอร์, โรเบิร์ต ฟอยล์แกน,

เฟรดอริก กริฟฟิท ฯลฯ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแนวคิดเรื่องสารพันธุกรรมจากข้อมูลที่ได้แล้วจึงอภิปรายร่วมกันเพื่อชี้ให้เห็นมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยใช้คำถามว่า

ครู: จากที่เราทำกิจกรรมวันนี้ เราได้ข้อสรุปว่า ‘DNA เป็นสารพันธุกรรม’ ข้อสรุปนี้ได้มาได้อย่างไร

นักเรียน: นักวิทยาศาสตร์ทดลองและเจอหลักฐาน บอกว่าสารพันธุกรรมคือ DNA (เลขที่17)

ครู: นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนใช้วิธีการใดบ้างในการได้มาซึ่งข้อมูล หลักฐาน หรือข้อค้นพบเหล่านี้

นักเรียน: ย่อย Nucleus ของเซลล์ด้วยเอนไซม์ pepsin (เลขที่ 2) พัฒนาสีฟลูออโรสซินย้อมติด DNA ให้สีแดง (เลขที่ 21) ผสมเชื้อสายพันธุ์ R ติดเข้าไปในหนูทดลอง (เลขที่ 17) แยกสารสกัดของเชื้อสายพันธุ์ S นำมาย่อยสลาย RNA, DNA และ Protein (เลขที่ 26)

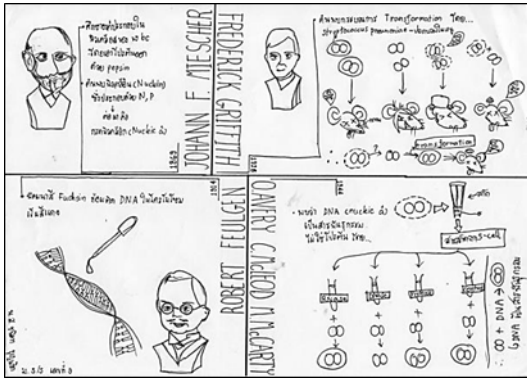
ครู: ดังนั้น แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนในวันนี้สร้างขึ้นมาจากข้อมูลหรือหลักฐานใดบ้าง

นักเรียน: สารที่มีธาตุ N และ P เป็นองค์ประกอบในนิวเคลียส (เลขที่ 28) ย้อมเซลล์ได้สีแดงหนาแน่นที่โครโมโซม (เลขที่ 27) เชื้อสายพันธุ์ R ถูกเปลี่ยนรูปเป็นสายพันธุ์ S ทำให้หนูเป็นปอดบวมตาย (เลขที่ 17) ย่อยสลาย DNA แล้วไม่เกิด Transformation (เลขที่25)

ครู: ดังนั้นจากที่เราทำกิจกรรมในวันนี้ นักเรียนจะเห็นว่า องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้นจากข้อมูลหลักฐานที่นักวิทยาศาสตร์เก็บรวบรวมได้ และสิ่งนี้เป็นลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์สาขาอื่น และเราเรียกลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ว่า “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์”

(วิดีโอการสอนแผนที่ 2 วันที่ 18 มิ.ย. 2557)

และเพื่อให้นักเรียนสามารถติดตามและเข้าใจการเกิดขึ้นขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้สร้างใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนวาดรูปนักวิทยาศาสตร์กระบวนการทดลอง และข้อค้นพบของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนเลขที่ 9

และเมื่อจบการสอน ผู้วิจัยและเพื่อนผู้พากย์ได้วิเคราะห์ใบกิจกรรมของนักเรียน และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (23 คน ร้อยละ 85) ตอบได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ประเด็นที่ 2 ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูล

เทคนิคที่ 1 การใช้กิจกรรมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะและอภิปรายเปรียบเทียบทักษะการสังเกตและทักษะการลงความเห็นข้อมูลในการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูล ซึ่งหมายถึงการสังเกตเป็นการบรรยายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ได้จากประสาทสัมผัส ส่วนการลงความเห็นเป็นการลงข้อสรุปหรือนิยามปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่สามารถสัมผัสได้โดยตรงแต่มีหลักฐานที่ตรวจสอบและวัดได้ (Lederman et al.,2002) ครูควรจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสังเกตและทักษะการลงความเห็นข้อมูลก่อนจากนั้นจึงใช้การสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบขัดแย้งโดยใช้คำถามนำอภิปรายเพื่อช่วยนักเรียนในการสะท้อนความคิดเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทักษะทั้งสอง เช่น แผนทที่ 1 เรื่องการถ่ายทอดยีนและโครโมโซม ซึ่งกิจกรรมฝึกทักษะการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วนที่จัดต่อเนื่องกัน ส่วนที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตการปฏิสนธิของเสปิร์มที่เจาะเซลล์ไข่ของแม่นทะเลและของมนุษย์ (ฝึกทักษะการสังเกต) จากนั้นให้นักเรียนลง

ความเห็นข้อมูลเรื่องการถ่ายทอดยีนและโครโมโซม (ฝึกทักษะการลงความเห็นข้อมูล) ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนสังเกตการแยกของโครโมโซมขณะสร้างเซลล์สืบพันธุ์จากวิถีโอและแผนภาพ (ฝึกทักษะการสังเกต) แล้วนำข้อมูลที่ได้อภิเคราะห์เปรียบเทียบกับรูปแบบการแยกของยีนตามกฎของเมนเดลเพื่อนำไปสู่การลงความเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างยีน โครโมโซม และเซลล์สืบพันธุ์ (ฝึกทักษะการลงความเห็นข้อมูล) ซึ่งเป็นการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต ได้แก่ ชดตัน ซึ่งค้นพบทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแล้วจึงให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อชี้มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูล โดยมีแนวคำถามว่า 1) การสังเกตกับการลงความเห็นเหมือนหรือต่างกันอย่างไร 2) ลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเป็นอย่างไร 3) ลักษณะข้อมูลที่เป็นการลงความเห็นเป็นอย่างไร 4) ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตกับการลงความเห็นแตกต่างกันอย่างไร 5) ทักษะการสังเกตกับทักษะการลงความเห็นข้อมูลแตกต่างกันอย่างไรและ 6) ในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ทักษะเหล่านี้มากน้อยเพียงใด

จากนั้นเพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านนี้แจ่มชัด ผู้วิจัยจะสรุปว่า “จากที่นักเรียนทำกิจกรรมในวันนี้ จะเห็นว่า องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกสร้างขึ้น จากข้อมูลหลักฐานที่นักวิทยาศาสตร์เก็บรวบรวมได้ผ่านการใช้ทักษะการสังเกต จากนั้นจึงใช้ทักษะการลงความเห็นข้อมูลเพื่อทำการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งความแตกต่างระหว่างทักษะทั้งสองนี้ นับเป็นลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ หรือเป็น “ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” อีกประการหนึ่งและเพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการสังเกตและการลงความเห็น ผู้วิจัยได้สร้างใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนบันทึกดังตัวอย่างในภาพที่ 2 ด้านล่าง

1. จากการดูวิดีโอ นักเรียนสังเกตเห็นอะไร? สิ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับไข่ใน 4 สัปดาห์ได้แก่การแบ่งตัวของโพลีซิก 1 → 2, ... 2 → 4
2. จากการดูวิดีโอ นักเรียนลงข้อสรุปเกี่ยวกับการส่งถ่ายยีนจากพ่อแม่สู่อย่างไร? ขบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสและเมiosis

ภาพที่ 2 ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่ม 3

จากภาพที่ 2 ผู้วิจัยใช้คำถามข้อที่ 1 เพื่อให้ นักเรียนบันทึกข้อมูลที่ ได้จากการดูวิดีโอ (การสังเกต) และคำถามข้อที่ 2 เพื่อให้ นักเรียนลงความเห็นหรือสร้าง ข้อสรุปจากข้อมูลที่ ได้จากการสังเกต จากภาพจะพบว่า นักเรียนสามารถแยกความแตกต่างระหว่างการสังเกตและ ลงความเห็น ข้อมูล ได้ โดยข้อที่ 1 นักเรียนบันทึก ข้อเท็จจริงที่ ได้จากการสังเกตด้วยตาโดยไม่ใช้ความเห็น และข้อที่ 2 นักเรียนลงความเห็น ได้ว่า “ยีนจากพ่อแม่สู่ ลูกมีการถ่ายทอดผ่านสเปิร์มและเซลล์ไข่”

ประเด็นที่ 3 ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์

เทคนิคที่ 1 การใช้กิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้ และอภิปรายเปรียบเทียบว่านักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎี และกฎได้อย่างไรในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียน เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่าง ระหว่างกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ซึ่งหมายถึง กฎ และทฤษฎีนั้นเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนละประเภท กัน และทำหน้าที่แตกต่างกันในการอธิบายปรากฏการณ์ ธรรมชาติ กฎเป็นข้อสรุปทั่วไปที่อธิบายรูปแบบ หรือ แนวโน้ม ข้อเท็จจริงในธรรมชาติ และบรรยาย ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สังเกตได้ในธรรมชาติ ขณะที่ ทฤษฎีเป็นคำอธิบายกลไกที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติ นั้นๆ หรืออธิบายกลไกที่ทำให้เกิด ความสัมพันธ์นั้นๆ ในธรรมชาติ (Lederman et al.,2002) ครูควรจัดกิจกรรมที่เปิด โอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ได้มาซึ่งกฎและทฤษฎี รวมทั้งมี การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายเปรียบเทียบที่มา ของความรู้วิทยาศาสตร์ทั้งสองประเภทเช่นแผนที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและ โครโมโซม ผู้วิจัยใช้ประวัติศาสตร์ การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนสืบค้น

และอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มถึงวิธีการที่เกรเกอร์ โยฮัน เมนเดล สร้างกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และ วิธีการที่วอลเตอร์ ชัตตันสร้างทฤษฎีโครโมโซมในการ ถ่ายทอดพันธุกรรม จากนั้น ใช้การสอนธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์แบบชัดเจน โดยมีคำถามนำให้นักเรียน อภิปรายร่วมกันและบันทึกลงในใบกิจกรรม ดังตัวอย่าง คำถามด้านล่าง

คำถาม:เกรเกอร์ โยฮัน เมนเดลมีวิธีการอย่างไรที่ ทำให้ได้มาซึ่งกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

คำตอบ: คุณลักษณะต่างๆ ของถั่วลันเตา จากการเกิด F1,F2 ของถั่วลันเตา (กลุ่ม 2 เลขที่ 3, 10, 13, 14) ได้มาจากการ ผสมพันธุ์ถั่วลันเตา และสังเกตลักษณะของถั่ว และได้พบว่า บางลักษณะในรุ่นพ่อแม่จะปรากฏออกมาในรุ่นลูกเสมอ จึง ได้ตั้งเป็นกฎขึ้นมา (กลุ่ม 1 เลขที่ 6, 7, 18, 28)

คำถาม: วอลเตอร์ ชัตตัน ค้นพบทฤษฎีโครโมโซม ในการถ่ายทอดพันธุกรรมได้อย่างไร

คำตอบ: ศึกษาจากโครโมโซม สังเกตกระบวนการ แยก และค้นพบว่าอยู่ในโครโมโซม (กลุ่ม 2 เลขที่ 3, 10, 13, 14) สังเกตการแบ่งแยกในโครโมโซมในกระบวนการแบ่ง เซลล์ทั้ง Meiosis และ Mitosis โดยสังเกตตั้งแต่กระบวนการ เกิดขึ้นจนจบ (กลุ่ม 3 เลขที่ 11, 15, 22, 25)

คำถาม: นักเรียนคิดว่า การค้นพบกฎของเมนเดล และทฤษฎีของชัตตัน เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

คำตอบ: ต่างกันค่ะ เมนเดลดูแค่ลักษณะการ ถ่ายทอด ชัตตันศึกษาโครโมโซมและพบยีน (เลขที่ 10)

เมนเดลยังไม่รู้จักโครโมโซม จึงแทนด้วยคำว่า เวกเตอร์ ซึ่งเวกเตอร์นั้น หมายถึง โครโมโซม (กลุ่ม 4 เลขที่ 16, 17, 21, 26) เหมือนกัน คือการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม (กลุ่ม 5 เลขที่ 4, 20, 23, 24)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในใบ กิจกรรม พบว่า นักเรียนร้อยละ 88 เข้าใจว่าเกรเกอร์ โยฮัน เมนเดล และวอลเตอร์ ชัตตัน ต่างก็ศึกษาเรื่องการ ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเช่นเดียวกัน และใน การศึกษานั้นนักวิทยาศาสตร์ทั้งสองต้องใช้การสังเกต การจดบันทึกและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้าง องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่ากฎหรือทฤษฎี

เทคนิคที่ 2 การใช้กิจกรรมให้นักเรียน

เปรียบเทียบความเหมือนและความต่างของกฎและทฤษฎีที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในเรื่องเดียวกัน

ในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ครูควรจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์และเปรียบเทียบเนื้อหาหรือคำอธิบายของกฎและทฤษฎีที่อธิบายเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในเรื่องเดียวกัน เพื่อให้นักเรียนเห็นหน้าที่และคุณลักษณะที่แตกต่างกันของกฎและทฤษฎี และความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เช่นแผนที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม ผู้วิจัยใช้ประวัติศาสตร์การค้นพบทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของวอลเตอร์ ชัตตัน โดยให้นักเรียนสังเกตรูปแบบการแยกกันของโครโมโซมจากวิดีโอและแผนภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ตามวิธีการค้นพบของวอลเตอร์ ชัตตัน เปรียบเทียบกับรูปแบบการแยกกันของแฟกเตอร์ตามเนื้อหาในกฎของเมนเดล จากนั้นใช้การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบขัดแย้ง โดยตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า “นักเรียนคิดว่ากฎของเมนเดลและทฤษฎีของชัตตันมีความสัมพันธ์กันอย่างไร อะไรคือข้อแตกต่างระหว่างกฎของเมนเดลและทฤษฎีของชัตตัน” และเพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างความรู้ทั้งสองประเภท ผู้วิจัยสร้างใบกิจกรรมให้นักเรียนบันทึกข้อสรุปจากการอภิปรายของกลุ่มดังภาพที่ 3

กฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	ทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
ตัวอย่าง แพทเตอร์ (ยีน) จะอยู่เป็นคู่ (มี 2 ชุด)	ตัวอย่าง โครโมโซมมี 2 ชุด
• แพทเตอร์ (ยีน) สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน	• โครโมโซม ก็สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน
• ยีนที่มีลักษณะของยีนด้อยจะไม่แสดง (cell) สืบพันธุ์	• โครโมโซมที่มีลักษณะด้อยจะแสดงออกมาในรุ่นลูกหลาน
• ลักษณะที่ถ่ายทอดมาจากรุ่นพ่อแม่คือลักษณะของ (cell) สืบพันธุ์	• ลักษณะที่ถ่ายทอดมาจากรุ่นพ่อแม่คือลักษณะของ (cell) สืบพันธุ์
• ยีนที่มีลักษณะของยีนเด่นจะแสดง (cell) สืบพันธุ์	• โครโมโซมที่มีลักษณะเด่นจะแสดง (cell) สืบพันธุ์
• ยีนที่มีลักษณะของยีนด้อยจะแสดง (cell) สืบพันธุ์	• โครโมโซมที่มีลักษณะด้อยจะแสดง (cell) สืบพันธุ์
• ลักษณะที่ถ่ายทอดมาจากรุ่นพ่อแม่คือลักษณะของ (cell) สืบพันธุ์	• ลักษณะที่ถ่ายทอดมาจากรุ่นพ่อแม่คือลักษณะของ (cell) สืบพันธุ์

ภาพที่ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนกลุ่ม 1

หลังจากวิเคราะห์ใบกิจกรรม พบว่านักเรียนทั้งหมดสามารถแยกความแตกต่างระหว่างการศึกษาของเมนเดลและชัตตันได้ และระบุความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎีได้ โดยนักเรียนเข้าใจว่าการค้นพบของวอลเตอร์ ชัตตัน ค้นพบยีนในโครโมโซม และ “กระบวนการแยก” ของยีนในโครโมโซม ที่สัมพันธ์กับกฎการแยกของเมนเดล โดยที่วอลเตอร์ ชัตตันไม่ได้ศึกษา (ลักษณะ) การรวมกลุ่มเหมือนเมนเดลสอดคล้องกับคำตอบที่ได้จากการอภิปรายในชั้นเรียนที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎีดังบทสนทนา

ครู: นักเรียนคิดว่า กฎกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันไหม แตกต่างกันอย่างไรร?

นักเรียน: แตกต่างกัน กฎเป็นหลักการที่แสดงให้เห็นว่า ปรากฏการณ์เป็นไปในรูปแบบใด ทฤษฎีเป็นหลักการที่บอกเหตุผลของปรากฏการณ์

(วิดีโอการสอนแผนที่ 1 วันที่ 10 มิ.ย.57)

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้พบว่าเทคนิคการสอนในแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบขัดแย้งร่วมกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน ประเด็นที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์คือ การใช้กิจกรรมให้นักเรียนได้สร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากข้อมูล/หลักฐานด้วยตนเอง ประเด็นที่ 2 ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นข้อมูล คือ การใช้กิจกรรมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะและอภิปรายเปรียบเทียบทักษะการสังเกตและทักษะการลงความเห็นข้อมูล ประเด็นที่ 3 ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ คือ การใช้กิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้และอภิปรายเปรียบเทียบว่านักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีและกฎได้อย่างไร และการใช้กิจกรรมให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและต่างของกฎและทฤษฎีที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในเรื่องเดียวกัน ซึ่งผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ

McKinney และ Michalovic (2004) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนสร้างตารางธาตุโดยนักเรียนทำการสำรวจและเปรียบเทียบคุณสมบัติของธาตุแต่ละธาตุ จัดกลุ่มและสร้างตารางธาตุด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับตารางธาตุและมีความเข้าใจเชิงลึกในมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านหลักฐานเชิงประจักษ์และสอดคล้องกับ Charles และ Dodick (2010) ที่ให้นักเรียนฝึกทักษะการสังเกตภาพรอยเท้าคน (Footprints Puzzle) และทักษะลงความเห็นในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อน จากนั้นจึงอภิปรายมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกัน ซึ่ง Charles และ Dodick (2010) พบว่ากิจกรรมลักษณะนี้สามารถพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็นได้

อย่างไรก็ตามข้อค้นพบของงานวิจัยนี้ในด้านความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์นับเป็นเรื่องใหม่ที่ยังไม่มีงานวิจัยที่ค้นพบก่อนหน้านี้สำหรับงานวิจัยที่มีคือ Burgin และ Sadler (2013) ซึ่งสอนโดยให้นักเรียนทำวิจัยของตนเองโดยพยายามใช้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในการทำวิจัยจากนั้นครูจะใช้ถามคำถามอภิปรายกับนักเรียนในแง่ที่ว่างานของนักเรียนใช้ทฤษฎีอะไรบ้าง ทฤษฎีดังกล่าวมีบทบาทต่องานของนักเรียนอย่างไร และทฤษฎีคืออะไร ซึ่งเป็นการเน้นให้นักเรียนได้เห็นคุณลักษณะและหน้าที่ของทฤษฎี

สาเหตุที่เทคนิคการสอนที่พบในงานวิจัยนี้ช่วยให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบที่นักวิทยาศาสตร์สร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และได้อภิปรายสะท้อนความคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยมีคำถามนำให้คิด รวมทั้งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้วิเคราะห์ร่วมกันเป็นกลุ่มนักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองทั้งของ Piaget และ Vygotsky ที่อธิบายว่ากระบวนการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม

(social construction) การเรียนรู้เกิดจากการรับประสบการณ์ใหม่ และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Gredler, 1997 cited in Cakir, 2008) เช่น ในชั้นเรียนที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ใหม่จากกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน การมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมเพื่อน และครูเพื่ออภิปรายร่วมกันในมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเมื่อนักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน เช่น ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี ครูใช้เทคนิคที่ช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดโดยจัดสถานการณ์ที่แนวคิดเดิมของนักเรียนไม่สอดคล้องกับข้อมูลหลักฐานที่เป็นอยู่ (Posner et al., 1982 cited in Zirbel, 2004) เช่น การให้นักเรียนวิเคราะห์ที่มาของกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งเกี่ยวกับลักษณะของกฎที่ขัดกับความเข้าใจเดิมของตนที่ว่า ทฤษฎีเมื่อใช้ไปนานๆ จะเปลี่ยนเป็นกฎ และเมื่อได้เรียนรู้มุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใหม่ที่สอดคล้องกับหลักฐานมากขึ้น นักเรียนจะเกิดความเข้าใจในเรื่องกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น (Tekkaya, 2002; Hewson and Thorley, 1989 cited in Cakir, 2008)

ดังนั้นงานวิจัยนี้เสนอแนะว่า การสอนให้นักเรียนมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะต้องเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูล/หลักฐานที่นักวิทยาศาสตร์ในอดีตใช้ในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากนั้นจึงใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเปรียบเทียบประเด็นต่างๆ ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองรวมทั้งอาจมีใบกิจกรรมเพื่อช่วยนักเรียนในการจัดระบบความคิด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ระยะที่ 3 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ; 2544.

ลี้อชาดาชาติ, ลลภา สุทธกุล. การสำรวจและพัฒนาคความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. Princess of Naradhiwas University Journal 2555; 4(2): 73-90.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. มาตรฐานการศึกษาของชาติ. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ; 2547.

สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม, พรทิพย์ ไชยโส. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิจัย มข. 2552; 14(4): 360-374.

Allchin D. Teaching the nature of science through scientific errors. Science Education 2012; 96(5): 904-926.

Burgin SR, Sadler TD. Consistency of Practical and Formal Epistemologies of Science Held by Participants of a Research Apprenticeship. Research in Science Education 2013; 43(6): 2179-2206.

Cakici Y. and Bayir E. Developing Children's Views of the Nature of Science through Role Play. International Journal of Science Education 2012; 34(7): 1075-1091.

Cakir M. Constructivist Approach to Learning in Science and Their Implication for Science Pedagogy: A Literature Review. International Journal of Environmental & Science Education 2008; 3(4): 193-206.

Charles R Ault Jr, Dodick J. Tracking the Footprints Puzzle: The problematic persistence of science-as-process in teaching the nature and culture of science. Science Education 2010; 94(6): 1092-1122.

Clough MP, Olson JK. The Nature of Science Always Part of the Science Story [online] 2004 [cited 2013 November 25] Available from:<http://www.nsta.org/>

Lederman NG, Abd-El-Khalick F, Bell RL, Schwartz RS. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Validand Meaningful Assessment of Learners'Conceptions of Nature of Science. Journal of Research in Science Teaching 2002; 39(6): 497-521.

Lin CY, Cheng JH,Chang WH. Making Science Vivid: Using a historical episodes map. Intemational Journal of Science Education 2010; 32(18): 2521-2531.

Lombard M, Snyder-Duch J, Bracken CC. Content Analysis in Mass Communication: Assessment andReporting of Intercoder Reliability. Human Communication Research 2006; 28(4): 587-604.

McComas W.F., Clough M.P., AlmazroaH. The Role and Character of the Nature of Science in Science Education.The Nature of Science in Science Education. New York, Boston, Dordrecht, London and Moscow: Kluwer Academic Publishers; 2002.

McKinney D. and Michalovic M. Teaching the Story of Science and their Discoveries [online] 2004 [cited 2013 November 11] Available from:<http://www.nsta.org/publications/news/story.aspx?id=49940>

Mcniff J., Whitehead J. What is action research? All you need to know about action research. London, Thousand Oaks and New Delhi: SAGE PublicationLtd; 2006.

National Research Council.National Science Education Standard [online] 1996 [cited 2014 June 17] Available from: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962 publications/news/story.aspx?id=49930

Zirbel EL. Framework for Conceptual Change.Astronomy Education Review 2004; 3(1): 62-76.