

การโต้แย้งและวิทยาศาสตร์ศึกษา Argumentation and Science Education

วรัญญา จีระวิพูลวรรณ¹
Varanya Jeeravipoolvarn¹

Received: 11 มีนาคม 2563 Revised: 15 เมษายน 2563 Accepted: 16 เมษายน 2563

บทคัดย่อ

เป้าหมายการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เยาวชนมีความรู้ความเข้าใจและทักษะการมีส่วนร่วมในการอภิปรายและตัดสินใจด้วยข้อมูลข่าวสารในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของตนเอง การพัฒนาทักษะการโต้แย้งจึงเป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมคุณภาพการตัดสินใจตามข้อมูลและหลักฐานสำคัญประกอบการตัดสินใจ การโต้แย้งเป็นกระบวนการสืบเสาะ การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการส่งเสริมความเข้าใจระดับมนทัศน์ รวมทั้งการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ความหมายของการโต้แย้ง แนวคิดและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานการโต้แย้ง ความสำคัญของการโต้แย้งกับวิทยาศาสตร์ศึกษา รวมถึงรูปแบบการโต้แย้งและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: การโต้แย้ง, รูปแบบการโต้แย้ง, วิทยาศาสตร์ศึกษา

ABSTRACT

An outcome of science instruction is to prepare young people have the understandings and skills to participate in public debate and to inform decision making on socio-scientific issues that influence their lives. Development of an argumentation skills is emerging as an effective strategy to enhance the quality of evidence based decision making in science classrooms.

¹รองศาสตราจารย์ ดร., มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี; Associate prof. Dr., Udon Thani Rajabhat University, Thailand ;
e-mail : jvaranya@gmail.com

Argumentation is also a process of inquiry, critical thinking and conceptual understanding as well as a way of constructing scientific knowledge. The objective of this article is to review the idea and theories on which argumentation is based, the importance of argumentation in science education, including argumentation model and science education.

Keywords: argumentation, argumentation model, science instruction

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในด้านการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดดจากเดิมให้ความสำคัญกับทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการเปลี่ยนพฤติกรรม เปลี่ยนไปให้ความสำคัญกับการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดระดับความรู้ความเข้าใจและสังคม เปลี่ยนจากการสะสมพอกพูนความรู้ กลายเป็นความรู้ที่ต้องปรับเปลี่ยน หรือแม้แต่ถูกละทิ้ง (Duschl & Osborne, 2002: 39) ความรู้ที่ถูกละทิ้งหมายถึง เมื่อผู้เรียนไม่สามารถใช้ความรู้เดิมของตนเองในการอธิบาย หรือ แก้ปัญหาได้ จะมีการแสวงหาความรู้ใหม่ที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน จึงเกิดการละทิ้งความรู้เดิมและยอมรับความรู้ใหม่

การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่อเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นความรู้ความจำกลายเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) เรียนรู้โมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ และเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการโต้แย้ง (Bricker & Bell, 2008)

งานวิจัยที่นำการโต้แย้งไปใช้สอนเพิ่มขึ้นมากในทศวรรษที่ผ่านมา (Driver, Newton, & Osborne, 2000; Erduran, Simon, & Osborne, 2004; Venville & Dawson, 2010; อัศวิน ณะนะปัด, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และ พัฒน์ จันทโรทัย, 2558; กฤษฎา ทองประไพ, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, กฤษณา ชินลิญจน์ และ อรยา แจ่มใจ, 2559) มีการนำการโต้แย้งแบบวิทยาศาสตร์มาใช้ในชั้นเรียน โดยจัดสภาพแวดล้อมที่ท้าทายนักเรียนจากการตีความและการโต้แย้งกับเพื่อนที่มีความเห็นต่าง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ ทำงานร่วมกัน เพื่อนำไปสู่การสร้างความคิดเห็นร่วมกันเป็นการสร้างความรู้ในระดับสังคม บทความนี้ จะนำเสนอ ความหมายของการโต้แย้ง ทฤษฎีพื้นฐานของการโต้แย้ง ความสำคัญของการโต้แย้งกับวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการโต้แย้ง การจัดการเรียนรู้ด้วยการโต้แย้ง และตัวอย่างงานวิจัยเกี่ยวกับการโต้แย้ง

ความหมายของการโต้แย้ง

การโต้แย้ง (argumentation) ในทางการศึกษา หมายถึง วิธีการคิด วิธีการสอน วิธีการเรียนรู้ หรือแม้แต่จะเป็นวิถีความร่วมมือ (collaborating) เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เป็นเหตุการณ์ที่บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปสนทนา มีการฟัง คิด แสดงความคิดเห็น ระบุจุดอ่อนของฝ่ายตรงกันข้าม สร้างและวิพากษ์ความรู้ มีการอภิปรายแนวคิด และการต่อรอง (negotiating) ทำให้เกิดการพิจารณาแนวคิดวิทยาศาสตร์อย่างมีตรรกะและเหตุผลเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดและหลักฐาน เป็นการพัฒนา การประเมิน และ ตรวจสอบความตรง (validation) ของความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการสร้างความรู้ และวินิจฉัยลงข้อสรุป (Berland & Reiser, 2009: 26–55; Osborne & Patterson, 2011: 627–638; Rapanta, & Macagno, 2016: 1)

การโต้แย้งเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์การสนทนา (dialogic interaction) ระหว่างบุคคลที่พยายามสร้างความเชื่อมั่นให้ฝ่ายตรงข้ามยอมรับจุดยืนหรือข้อกล่าวอ้างของตนเอง โดยการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองและค้นหาจุดอ่อนของฝ่ายตรงข้าม การโต้แย้งทางการศึกษามีโครงสร้างการสนทนาที่มีองค์ประกอบต่างจากการอธิบายซึ่งให้ความสำคัญกับคำพรรณนาอย่างมีเหตุผล ในขณะที่การโต้แย้งเสนอแนวคิดที่หลากหลายที่มีเหตุผลประกอบข้อกล่าวอ้างของตนเอง การโต้แย้งมีความเชื่อมั่นน้อยกว่า (Osborne et al., 2011) มีความไม่แน่นอน (tentative) และมีความเป็นอัตนัยทำให้เกิดการวิพากษ์ และการพิสูจน์หักล้าง (refutation) ซึ่งสนับสนุนด้วยหลักฐานที่ได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ รวมทั้งการใช้หลักการ ทฤษฎี รูปแบบวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางปัญญา (Samson, Groom & Walker, 2011: 218)

การโต้แย้ง มี สามแบบ คือ (Zuhal Oguz Çakir, 2011: 14–16)

1. การโต้แย้งเชิงโวหาร (Rhetorical argument) คือ การระบุข้อกล่าวอ้าง และ ชักชวนบุคคลให้เชื่อถือ (Driver et al., 2000) ใช้ในชั้นเรียนทั่วไป เช่น ครูยกโวหารเพื่ออธิบายหัวข้ออย่างมีเหตุผล ให้ความสำคัญกับความรู้วิทยาศาสตร์ เสนอเหตุผล และชักชวนให้เชื่อถือ การโต้แย้งเชิงโวหารมีข้อจำกัดที่นักเรียนรับรู้ความรู้วิทยาศาสตร์ตามความเชื่อของครูซึ่งมีจำกัด และ ยังจำกัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งเชิงโวหารยังแบ่งเป็น

1.1 การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล (rational argumentation) การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยครูให้เหตุผลและหลักฐานของความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเชื่อและเรียนรู้ความรู้นั้น

1.2 การโต้แย้งตามแบบแผน (traditional arguments) ครูเสนอแนวคิดวิทยาศาสตร์จากแหล่งความรู้ที่น่าเชื่อถือ ชักชวนนักเรียนให้เรียนรู้และเชื่อตาม

2. การโต้แย้งเชิงวิเคราะห์ (analytical argument) โดยใช้พื้นฐานทางทฤษฎี ตรรกะเพื่อให้ได้ข้อสรุปด้วยการอุปนัย หรือ นิรนัย มีตำราและครูเป็นสำคัญ นักเรียนไม่สามารถตั้งคำถามเพื่อค้นหาหลักฐาน วิพากษ์ พิจารณาตัดสิน และสอบถามความรู้วิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้ถาม และ นักเรียนตอบ ครูประเมินคำตอบว่า นักเรียนได้รับความรู้วิทยาศาสตร์หรือยัง นักเรียนไม่มีโอกาสในการโต้แย้งที่ส่งเสริมการสร้างความรู้โดยการสำรวจตรวจสอบ

3. การสนทนาโต้แย้ง (dialogical argument) เป็นการโต้แย้งในกลุ่มบุคคลสองฝ่าย ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ในการโต้แย้ง ครูเป็นผู้แนะแนวทางให้นักเรียนพัฒนาการโต้แย้งด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ตัดสินใจ วิพากษ์ และ สรุปด้วยกัน ส่งเสริมนักเรียนเกิดความรู้วิทยาศาสตร์อย่างเข้าใจลึกซึ้ง เข้มข้น และมีความหมาย และนำไปสู่การพัฒนาความรู้ระดับอภิปัญญา (metacognitive levels)¹ ที่ทำให้นักเรียนตระหนักในความรู้ญาณวิทยา² ของตนเอง

ทฤษฎีพื้นฐานของการโต้แย้ง

การโต้แย้งมีมาตั้งแต่สมัย Plato มีการสนทนา การให้เหตุผล และเป็นองค์ประกอบสำคัญของการศึกษา ทฤษฎีการโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและนำไปใช้ในทางการศึกษา ได้แก่

1. **ทัศนวิสัยของปรัชญาวิทยาศาสตร์ (philosophy of science)** มีสาระสำคัญว่าวิทยาศาสตร์ไม่ใช่การสะสมข้อเท็จจริงว่าโลกเป็นอย่างไร แต่เป็นการสร้างทฤษฎีที่อธิบายว่า โลกอาจจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด ทั้งนี้จะมีการท้าทายและมีการพิสูจน์หักล้าง (refutation) ทฤษฎีวิทยาศาสตร์ และ คำอธิบายวิทยาศาสตร์ตลอดเวลาของ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการถกเถียง การขัดแย้ง และการโต้แย้งมากกว่าความเห็นที่สอดคล้องกัน การโต้แย้งแบบ

¹ การรู้ระดับอภิปัญญา (metacognition literally) หมายถึง สิ่งที่อยู่เหนือความรู้ความเข้าใจ (ปัญญา) เป็นการคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง ติดตามตัวเอง ติดตามตัวแทนความรู้ ทักษะการเรียนรู้ ความสามารถในการจำ และการควบคุมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ความรู้ระดับอภิปัญญา แบ่งเป็น ความรู้เนื้อหา ความรู้กระบวนการ และ กลยุทธ์ในการเรียนรู้

² ญาณวิทยา (epistemology) หมายถึง ศาสตร์ที่ว่าด้วยความรู้ หรือ ทฤษฎีความรู้ คือ บ่อเกิดของความรู้ ธรรมชาติของความรู้ ขอบเขตของความรู้ และ ความสมเหตุสมผลของความรู้

วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง การตีความหลักฐาน โดยมีข้อกล่าวอ้างความรู้ที่เป็นแกนหลักของการสนทนาและอภิปราย การโต้แย้งในประชาคมวิทยาศาสตร์เป็นการควบคุมคุณภาพของวิทยาศาสตร์ซึ่งเกิดขึ้นสืบเนื่องตลอดเวลา (Erduran, Simon & Osborne, 2004: 917)

2. การจำแนกเหตุผลวิบัติ (Identification of fallacies) คำว่า “fallacy” วีกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (2561) ใช้คำไทยว่า เหตุผลวิบัติ เหตุผลลวง พุทธรบท ตรรกะวิบัติ ปรากฏว่าที่มีจนาธิฐิ ความผิดพลาดเชิงตรรกะ หรือ การอ้างเหตุผลบกพร่อง เหตุผลวิบัติ หมายถึง การพิสูจน์โดยการอ้างเหตุผลที่มีน้ำหนักน้อยเพื่อสนับสนุนข้อสรุป เป็นการให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือในทางจิตวิทยา ส่งผลให้คนจำนวนมากเข้าใจผิดและยกเหตุผลที่ผิดและใช้เป็นเหตุผลที่จะเชื่อข้อสรุปนั้น การให้เหตุผลอาจจะเป็น “เหตุผลวิบัติ” ได้ แม้ว่าข้อสรุปนั้นจะเป็นจริงหรือไม่ก็ตาม เหตุผลวิบัติจำแนกออกได้หลายรูปแบบ เช่น เหตุผลวิบัติอย่างเป็นทางการ เกิดจากหลักตรรกะที่ไม่ถูกต้อง เหตุผลวิบัติอย่างไม่เป็นทางการ ไม่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาว่าผิดตามหลักตรรกะ และเหตุผลวิบัติที่เกิดจากการใช้ภาษาชักนำให้เกิดความเข้าใจผิด เช่น การพูดกำกวม การพูดความจริงบางส่วน การพูดมากโดยไม่จำเป็น เหตุผลวิบัติทำให้เกิดผลกระทบเนื่องมาจากเหตุผลไม่เป็นไปตามหลักตรรกะที่ถูกต้อง ใช้รูปแบบการเล่นสำนวนให้เกิดความเคลือบแคลงในการยกเหตุผลเชิงตรรกะ ไม่ว่าจะเป็นด้วยเจตนาหรือไม่ก็ตาม จะทำให้เหตุผลวิบัติยากที่จะตรวจสอบและเหตุผลวิบัตินั้นก็อาจแพร่ขยายได้อีกเป็นเวลานาน ทฤษฎีหลักเหตุผลวิบัติ ได้แก่ ทฤษฎีการโต้แย้งด้วยเหตุผลเชิงปฏิบัติ และ ทฤษฎีปฏิบัติการนิยมของเหตุผลวิบัติ (Rapanta, & Macagno, 2016: 4) ดังนี้

2.1 ทฤษฎีการโต้แย้งด้วยเหตุผลเชิงปฏิบัติ (pragma-dialectical theory) ใช้การวิเคราะห์และประเมินเชิงปฏิบัติ เป็นกิจกรรมการสนทนา อภิปราย ใช้โวหารซับซ้อน ซึ่งเป็นธรรมชาติของกิจกรรมภาษาและมีเป้าหมายการสื่อสารเฉพาะเรื่อง เป็นการอภิปรายอย่างมีวิจารณญาณ มีเหตุผลตรงไปตรงมาแม้จะเป็นความเห็นที่แตกต่าง มององค์รวมและเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ให้ได้มาตรฐาน พัฒนาขึ้นโดย Frans H. van Eemeren และ Rob Grootendorst (1984; 1992; 2004 อ้างถึงใน Rapanta, & Macagno, 2016: 4) ไม่เหมือนกับการโต้แย้งโดยใช้ตรรกะ (ซึ่งให้ความสำคัญกับการศึกษาคำกล่าวอ้าง) หรือ การสื่อสาร (ซึ่งให้ความสำคัญกับการโต้แย้งเป็นกระบวนการ) แนวคิดการโต้แย้งด้วยเหตุผลเชิงปฏิบัติของ Siegel, & Biro (1997: 281) ได้กล่าวว่า การโต้แย้งมีเป้าหมาย มีกฎเกณฑ์ในการโต้แย้งแลกเปลี่ยนแนวคิด ส่วนเหตุผลวิบัติ เป็นแนวคิดที่ละเมิดกฎเกณฑ์ และมีแนวโน้มในการใช้โวหาร ชักจูง และถ้ามีสองฝ่าย แต่ละฝ่ายจะพยายาม

สร้างความเชื่อมั่นให้อีกฝ่ายเปลี่ยนแนวคิด โดยไม่คำนึงถึงเหตุผล การโต้แย้งจึงต้องมีบรรทัดฐานสำคัญ คือ ความยินยอมอย่างมีเหตุผลไม่ใช้การโต้เถียงแน่วแน่ที่มีประสิทธิภาพอย่างเดียว

2.2 ปฏิบัติการนิยมของเหตุผลวิบัติ (pragmatic theory³ of fallacies) เหตุผลวิบัติ คือ การโต้แย้งที่ยอมรับอย่างมีเหตุผลในบริบทบางประการ แต่บางบริบทอาจจะใช้ไม่ได้ เช่น ความผิดพลาดทางจิตวิทยาที่เน้นการกระตุ้นความสนใจ ทำให้เกิดความผิดพลาดและความเที่ยงตรงของการโต้แย้ง หมายความว่า บุคคลเลือกแสดงความเห็นอย่างรวดเร็วไปสู่การสรุปชั่วคราว (tentative conclusion) เป็นการโต้แย้งที่ดีกว่าที่เป็นจริง ไม่สนใจในการประเมินแนวคิดบนพื้นฐานการรวบรวมและชั่งน้ำหนักหลักฐาน นักการศึกษาและนักวิจัยจึงให้ความสำคัญกับ (1) การค้นหาเหตุผลวิบัติในข้อเขียนของนักเรียน (2) ส่งเสริมให้นักเรียนจำแนกเหตุผลวิบัติเพื่อประเมินความเข้าใจการโต้แย้ง และ ประเมินทักษะการโต้แย้ง เหตุผลวิบัติเป็นตัวอย่างของโครงสร้างการให้เหตุผลที่มีมลทิน หรือ มีอคติซึ่งพบเสมอในงานของนักเรียนทั้งทางวาจาและข้อเขียน ในมุมมองของปฏิบัตินิยม เหตุผลวิบัติเป็นการโต้แย้งในสถานการณ์จำเพาะ ในขณะที่แนวคิดพุทธิปัญญา (cognitive) เหตุผลวิบัติเป็นพื้นฐานกระตุ้นความสนใจในการให้เหตุผลของมนุษย์

3. ญาณวิทยาของการต่อรองความรู้ (Epistemic negotiation) การต่อรองเป็นการเจรจาระหว่างบุคคลสองคนหรือมากกว่าที่ตกลงเจรจาเพื่อหาข้อยุติในประเด็นที่จะต้องตัดสินใจ หรือ ประเด็นที่เป็นผลประโยชน์ของแต่ละฝ่าย เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ยอมรับกันได้ของคู่เจรจา Biro และ Siegel (1992 อ้างถึงใน Siegel, & Biro, 1997: 277–292) มีความเห็นว่า ทฤษฎีการโต้แย้งจะต้องมีบรรทัดฐานการพิจารณา ซึ่งต่างจากการบรรยายที่ไม่สามารถระบุได้ว่า การโต้แย้งที่ดี และ ที่ไม่ดี เป็นอย่างไร และการโต้แย้งต้องมีบรรทัดฐานตามแนวคิดญาณวิทยา การโต้แย้งมีเป้าหมายที่นำไปสู่ความเชื่อ จึงต้องมีหลักฐานประกอบข้อสรุป เหตุผลวิบัติ เป็นความล้มเหลวที่ไม่สร้างความรู้ หรือ ความเชื่อ

³ ทศนะทางปรัชญาที่ให้ความสำคัญแก่ความรู้และความเป็นจริง สิ่งใดที่เรียกว่าจริงได้ต้องเป็นสิ่งที่ช่วยให้มนุษย์บรรลุจุดมุ่งหมายของชีวิตและพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้น หรือเป็นประโยชน์ต่อชีวิต สิ่งนี้เรียกว่า “ประสบการณ์” (Experience) ประสบการณ์นี้แม้จะเป็นจริงแต่เปลี่ยนแปลงได้ ไม่ตายตัวและให้ความสำคัญแก่ความรู้เชิงอุปนัย (Induction)

เป้าหมายการโต้แย้งด้วยเหตุผลเพื่อนำไปสู่ความเห็นของคนส่วนมากมีประโยชน์กับนักวิทยาศาสตร์ด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence (AI) scientists) ซึ่งพัฒนารูปแบบการโต้แย้งบนพื้นฐานการต่อรองระหว่างตัวตน ในทางการศึกษา การเรียนรู้ที่จะโต้แย้งอาจจะใช้กลวิธีที่หลากหลาย เช่น เพิ่มพื้นที่การโต้เถียง เปลี่ยนเจตคติ คำถามสำคัญ (critical questions) การพูดเป็นนัย (hints) (Rapanta, & Macagno, 2016: 5)

4. ทักษะวิสัยพหุธิปัญญา (cognitive perspective) มุมมองด้านความรู้ความเข้าใจสรุปว่า การโต้แย้งเป็นการฝึกฝนทางปัญญาเพื่อให้เหตุผลในที่สาธารณะ ส่งเสริมให้เด็กแสดงการคิดของตนเองด้วยการสนทนาโต้แย้งระหว่างผู้ร่วมสนทนา มีการใช้ทักษะปัญญาที่ทำให้การโต้แย้งมีคุณภาพทั้งในระดับบุคคลและสังคม ส่งเสริมความยืดหยุ่น พัฒนาความรู้ ความเชื่อและคุณค่า เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างแหลมคมในบริบทของวิทยาศาสตร์ (Erduran, Simon & Osborne, 2004: 917)

5. ทักษะวิสัยสังคมวัฒนธรรม (sociocultural perspectives) การโต้แย้งส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการสนทนาวิทยาศาสตร์ในประชาคมอย่างเหมาะสม เป็นการหล่อหลอมทางสังคมวัฒนธรรมที่สำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การเรียนรู้แบบโต้แย้งจึงต้องมีการติดตามประเมินและสนับสนุนการโต้แย้ง (Duschl & Osborne, 2002) การปรับปรุง และ พัฒนาเครื่องมือตรวจสอบการโต้แย้ง (Erduran, Simon & Osborne, 2004: 918)

6. ทฤษฎีการสนทนา (Dialogue theory) ให้ความสำคัญกับการโต้แย้งด้วยเหตุผลว่าเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างบุคคล หรือ กลุ่ม ขับเคลื่อนด้วยการสนทนา การอุปมาเป็นเกมภาษาทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ องค์ประกอบสำคัญ คือ ความเข้าใจและการประเมินธรรมชาติของกระบวนการโต้แย้ง ประการแรกข้อกล่าวอ้างทุกอันอาจจะถูกละทิ้งโดยผู้เสนอหรือผู้สนทนา ประการที่สองโครงสร้างการสนทนาเป้าหมายเพื่อการสื่อสาร (Rapanta, & Macagno, 2016: 4-5)

ความสำคัญของการโต้แย้งกับวิทยาศาสตร์ศึกษา

วิทยาศาสตร์ศึกษามีเป้าหมายให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (science literacy) เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ทั้งในแนวคิดหลักวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และตระหนักว่าวิทยาศาสตร์และสังคมมีอิทธิพลต่อกัน ผู้เรียนไม่เพียงรู้ว่าปรากฏการณ์ คืออะไร แต่จะต้อง

เชื่อมโยงปรากฏการณ์นั้นเกี่ยวกับเหตุการณ์อื่นได้ ทำให้จึงสำคัญ และ แนวคิดเกี่ยวกับโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร (Driver, Newton & Osbotne, 2000: 297) ในโรงเรียนประกอบด้วยนักเรียนและชีวิตในสังคมที่จะแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน นักเรียนควรจะต้องโต้แย้งกับเพื่อนและครู สร้างเหตุผลทำความเข้าใจ และ ใช้ความรู้ในการทดลอง หรือ แก้ปัญหา (Duschl & Osborne, 2002: 39-72) ความสำคัญของการโต้แย้ง มีดังนี้

1. การโต้แย้งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการสนทนาโดยบุคคลที่ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ มีบทบาทในการสร้างคำอธิบาย รูปแบบ และ ทฤษฎี โดยการเสนอข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน (จากการสังเกต การลงข้อสรุป และทฤษฎี) ซึ่งจะนำไปสู่การโต้เถียง ทบทวน วิพากษ์จากผู้เชี่ยวชาญในประชาคมวิทยาศาสตร์ (Dawson, V. M. & Venville, 2010: 134)

2. การโต้แย้งส่งเสริมความเข้าใจในทัศนของนักเรียน (Dawson, V. M. & Venville, 2010: 134; Park, 2016: 87-107) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ โดยทำให้นักเรียนเกิดความไม่พึงพอใจในมโนทัศน์เดิมและทำให้นักเรียนเปิดรับมโนทัศน์วิทยาศาสตร์มากขึ้น (Zhou, 2010: 101-110) ส่งเสริมการค้นหามโนทัศน์เดิม เปลี่ยนความเข้าใจในทัศน และปรับสร้างโครงสร้างมโนทัศน์เดิมขึ้นใหม่ (Duit & Treagust, 2017)

3. การโต้แย้งเป็นการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา (Duschl & Osborne, 2002)

4. การโต้แย้งเป็นกระบวนการสร้างความรู้ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายสถานการณ์ สร้างทฤษฎี หรือ รูปแบบ และเป็นความก้าวหน้าของความรู้ เป็นการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับประเด็นวิทยาศาสตร์ การสนับสนุน การประเมิณ การสำรวจและการพิสูจน์ เมื่อนักเรียนเข้าร่วมในการโต้แย้งจะเกิดความเข้าใจบรรทัดฐานและภาษาการโต้เถียงแบบวิทยาศาสตร์ และเข้าใจว่า ความรู้สร้างขึ้นได้อย่างไร (Dawson, V. M. & Venville, 2010: 134; Duschl & Osborne, 2002)

5. การโต้แย้งช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะการสร้างสมมติฐาน การลงข้อสรุป (inference) และ การสรุป (conclusion) (Turkoguz & Cin, 2013: 142-151; Sengul, 2019: 1090-1098)

6. การโต้แย้งเป็นกระบวนการพัฒนาและตรวจสอบความตรงของความรู้วิทยาศาสตร์ (Dawson, V. M. & Venville, 2010: 134) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องในความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำให้ครูจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนได้

7. การโต้แย้งช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์คืออะไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร วิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรมมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไร การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่อาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ และ ผ่านการตรวจสอบวิพากษ์วิจารณ์ จากประชาคมนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

8. การโต้แย้งกันด้วยเหตุผลประจักษ์พยานหลักฐาน ส่งเสริมการปลูกฝังคุณลักษณะของพลเมืองในสังคมประชาธิปไตย (Sengul, 2019: 1090–1098)

9. ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ การยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง และ ความมีใจกว้าง เปิดโอกาสให้เรียนรู้ที่จะยอมรับผู้อื่น และ ทำนองเดียวกัน เป็นการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับจากผู้อื่น (Zhou, 2010: 109)

10. ส่งเสริมทักษะการคิดระดับสูง การโต้แย้งแบบวิทยาศาสตร์พัฒนาพลเมืองให้เป็นผู้มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิเคราะห์ และมีส่วนร่วมในการสร้างทางสังคมด้วยการสื่อสารที่หลากหลาย

11. การโต้แย้งเป็นวิธีการที่ใช้สอนวิทยาศาสตร์ และ ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในชั้นเรียนที่มีความรู้ในสังคม-วัฒนธรรม (Otulaja, & Cameron, & Msimanga, (2011) เป็นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในพหุวัฒนธรรม (multi-cultural science)

รูปแบบการโต้แย้งในวิทยาศาสตร์ศึกษา

การโต้แย้งที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้และงานวิจัย มีหลายรูปแบบ ดังนี้

1. รูปแบบการโต้แย้งของ “TOULMIN’S ARGUMENT PATTERN”

งานของ Stephen Toulmin เป็นที่รู้จักในหนังสือชื่อ The Uses of Argument ทั้งนี้ Toulmin กำหนดรูปแบบการโต้แย้ง และเป็นที่รู้จักกันในนาม Toulmin’s Argument Pattern (TAP) ซึ่งมีการนำไปใช้อย่างกว้างขวางทั้งในวิชาประวัติศาสตร์ ภาษาอังกฤษ โดยนำไปใช้ในการประเมินงานของนักเรียน ใช้ในการสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน ใช้ TAP เป็นเครื่องมือช่วยนักศึกษาเขียนในบริบทของบทเรียนวิทยาศาสตร์ ใช้ TAP สืบหาการใช้เหตุผลของนักเรียน และการอธิบายโดยใช้หลักฐานสนับสนุนในบทเรียนพันธุศาสตร์ การโต้แย้งตามแนวคิดของ Toulmin (2003: 89–95) มี องค์ประกอบสำคัญ 6 ประการ ที่บ่งบอกว่าเป็นการโต้แย้งที่ดี ดังในภาพที่ 1 โดยมีคำอธิบาย ดังนี้

1.1 ข้อกล่าวอ้าง (claim) เป็นข้อความที่ใช้ในการโต้แย้ง หรือ ทำให้เกิดการตัดสินใจ หรือ ข้อสรุป เป็นการนำเสนอความคิดเห็น หรือ ความเชื่อของตนเองในประเด็นจะนำมาโต้แย้ง

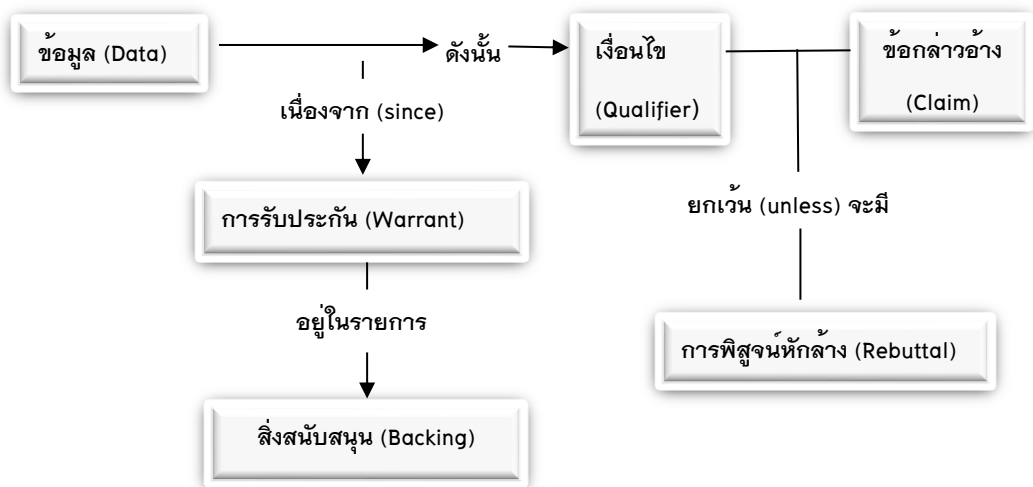
1.2 ข้อมูล (data) เป็นข้อเท็จจริงที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เป็นหลักฐานจำแนกเปรียบเทียบ หรือ แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างข้อกล่าวอ้างและข้อมูล

1.3 หลักฐาน /การรับประกัน/ ยืนยัน (warrants) เป็นกฎหรือหลักการที่เป็นเหตุผล แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า และ ทดลอง และ ข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้น่าเชื่อถือ

1.4 เงื่อนไข (qualifiers) สภาพการณ์ข้อจำกัดจุดแข็งและจำกัดขอบเขตที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างเป็นจริง

1.5 สิ่งสนับสนุน (backing) สิ่งสนับสนุนไม่ได้พิสูจน์การโต้แย้งโดยตรง แต่เป็นการเพิ่มน้ำหนักของควมมีเหตุผลและความน่าเชื่อถือของข้อกล่าวอ้าง

1.6 การพิสูจน์หักล้าง (rebuttals) การพิสูจน์หักล้างเสนอสถานการณ์ที่ข้อกล่าวอ้างเดิมอาจจะพบทวนหรือยกเลิก ด้วยการหาหลักฐานและเหตุผลที่น้ำหนักเชื่อถือมากกว่า

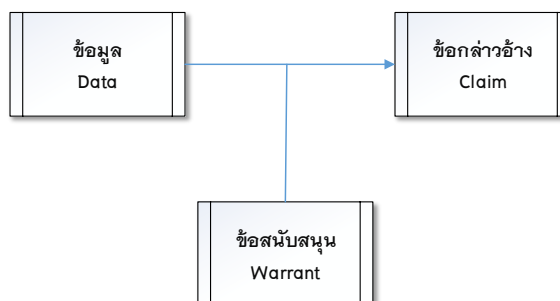


ภาพที่ 1 รูปแบบการโต้แย้ง ของ Toulmin (Toulmin's Argument Pattern)

(ที่มา: Toulmin, 1958 อ้างถึงใน Tippet, 2009: 18)

การพิสูจน์หักล้างเป็นสิ่งที่ซับซ้อนและเป็นองค์ประกอบที่พิจารณาว่าการโต้แย้งมีคุณภาพเพียงใด การพิสูจน์หักล้างเป็นทักษะการคิดขั้นสูง ช่วยประเมินความเชื่อมั่น (validity) และจุดแข็งของข้อกล่าวอ้าง (Erduran et al., 2004) คุณภาพของการโต้แย้งควรจะเป็นการโต้แย้งต่อต้าน (counter-argument) และ การพิสูจน์หักล้าง

Osborne, Erduran, Simon และ Monk ได้ปรับรูปแบบการโต้แย้งของ Toulmin (1958 อ้างถึงใน Osborne, Erduran, Simon & Monk, 2001: 63) ที่ทำให้ง่ายกว่าเดิม ดังภาพที่ 2



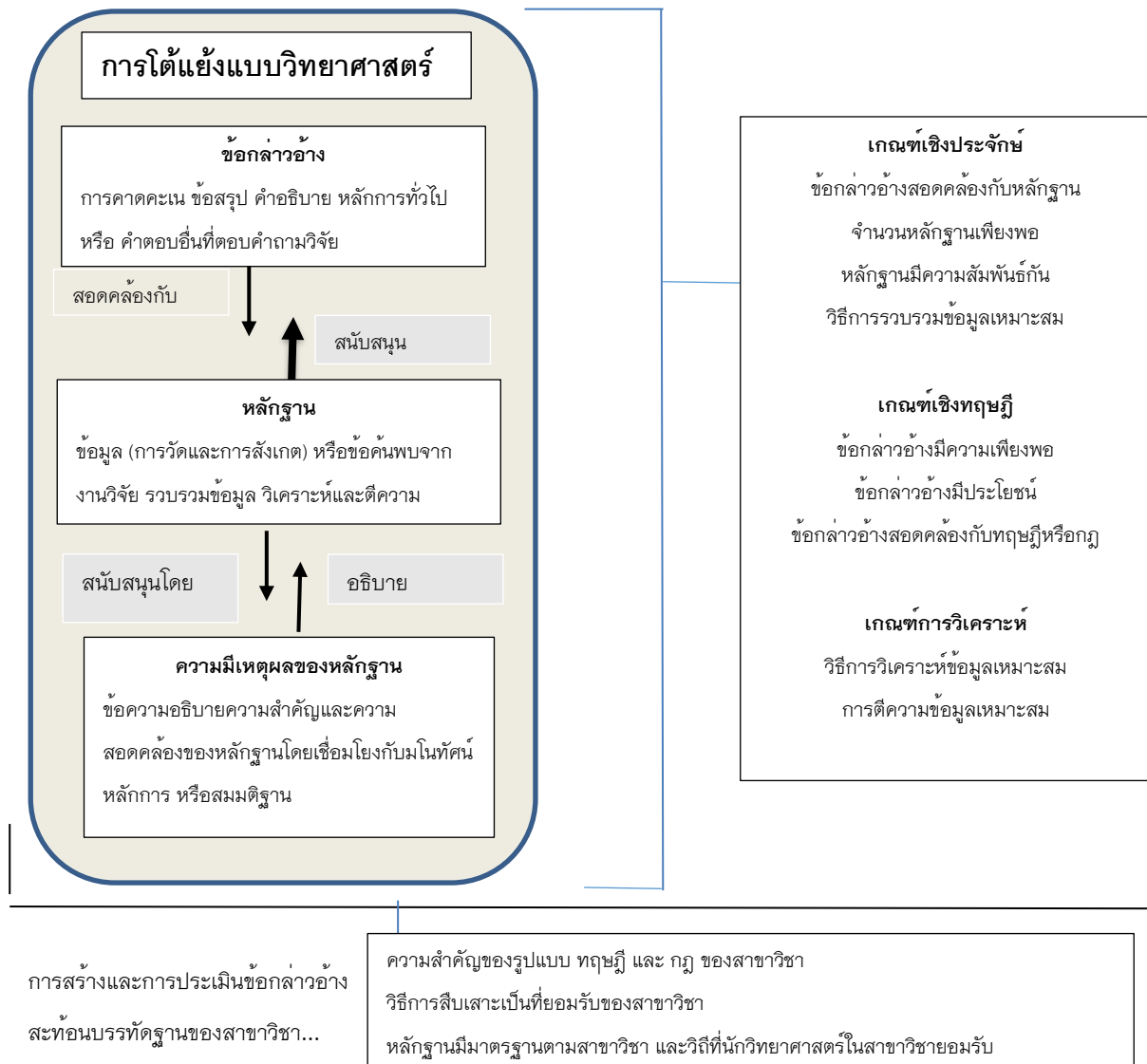
ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการโต้แย้งอย่างง่ายของ Toulmin

กรอบแนวคิดการโต้แย้งอย่างง่ายของ Toulmin ลดองค์ประกอบเหลือเพียง ข้อกล่าวอ้าง โดยมีการแสวงหาข้อมูล และ ข้อสนับสนุน มาสร้างเหตุผล และ ความน่าเชื่อถือของข้อกล่าวอ้าง สิ่งสำคัญคือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ บ่อยครั้งที่ละทิ้งการให้เหตุผล และใช้การโต้แย้งที่อิงอำนาจเหนือ (authority)⁴ ซึ่งน้อยมากที่จะหาหลักฐานมาสนับสนุน ความล้มเหลวของการเรียนการสอนด้วยการโต้แย้งอยู่ที่ควรเชื่ออะไร มากกว่าว่าทำไมจึงเชื่อ

⁴แหล่งข้อมูลความรู้ (Authority source) เช่น ขนบธรรมเนียม จารีตประเพณี ความเชื่อที่สืบทอดกันมา การสอบถามจากผู้รู้ (authority) หรือผู้เชี่ยวชาญ (Expert) เช่น ผู้นำทางศาสนา ผู้นำชุมชน ผู้นำหมู่บ้าน นักปราชญ์ ครู อาจารย์ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องและได้รับการยอมรับว่ารู้ข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นผู้รู้และมีประสบการณ์ลุ่มลึกในเรื่องนั้น

2. รูปแบบการโต้แย้งของ Sampson & Schlegel

Sampson & Schlegel (2013: X) เสนอกรอบแนวคิดการโต้แย้งพร้อมทั้งองค์ประกอบของการโต้แย้งและเกณฑ์ประเมินการโต้แย้งแบบวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้จัดการเรียนการสอน ดังภาพที่ 3 โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้



ภาพที่ 3 องค์ประกอบและเกณฑ์ที่ใช้ประเมินการโต้แย้งแบบวิทยาศาสตร์ของ

Sampson & Schlegel

2.1 องค์ประกอบของการโต้แย้ง

2.1.1 ข้อกล่าวอ้าง เป็นการคาดคะเน (conjecture) ข้อสรุป คำอธิบาย หรือพรรณนาไวยาหาร

2.1.2 หลักฐาน (evidence) เป็นมาตรวัด การสังเกต หรือ ข้อค้นพบจากงานวิจัยที่ผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และตีความหมาย

2.1.3 ความมีเหตุผลของหลักฐาน เป็นการวิพากษ์องค์ประกอบการโต้แย้งเป็นข้อความหนึ่งหรือสองข้อความที่อธิบายความสำคัญและความสอดคล้องของหลักฐานกับหลักการ มโนทัศน์ หรือ สมมติฐาน

2.2. การประเมิน การประเมินความยอมรับและความพอเพียงของหลักฐานหรือเหตุผลที่ใช้สนับสนุน หรือ ทำลายข้อกล่าวอ้าง มีเกณฑ์เชิงประจักษ์และเกณฑ์ตามทฤษฎีเพื่อประเมินคุณภาพการโต้แย้ง คือ

2.2.1 เกณฑ์เชิงประจักษ์ (empirical criteria) คือ ข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับหลักฐานว่ามีมากน้อยเพียงใด เพียงพอหรือไม่ หลักฐานมีคุณภาพอย่างไร มีความตรง (validity) และ ความเที่ยง (reliability) เพียงใด ข้อกล่าวอ้างมีความสามารถในการพยากรณ์หรือไม่อย่างไร

2.2.2 เกณฑ์เชิงทฤษฎี คือ ความพอเพียงของข้อกล่าวอ้าง (มีครบถ้วนตามที่ต้องการ) ข้อกล่าวอ้างมีประโยชน์ นำไปสู่คำถามใหม่ หรือ ทำให้เข้าใจปรากฏการณ์ ข้อกล่าวอ้างมีความคงเส้นคงวา (consistency) และมีเหตุผล สอดคล้องกับทฤษฎี กฎ หรือ รูปแบบอันเป็นที่ยอมรับ

2.2.3 เกณฑ์การวิเคราะห์ กล่าวถึง วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสม และการแปลความหมายข้อมูลมีความเที่ยงตรง เช่น ถ้าเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ เกณฑ์การวิเคราะห์ประการหนึ่ง คือ ความสามารถในการทดลองซ้ำได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การจัดประสบการณ์ให้นักเรียนปฏิบัติ และคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการโต้แย้งแบบวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบ เทคนิคที่ส่งเสริมการโต้แย้ง และ กระบวนการสอนด้วยการโต้แย้ง ดังนี้

1. องค์ประกอบ

1.1 เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม (engagement) รับรู้แบบวิทยาศาสตร์ ทั้งในฐานะผู้สร้างและผู้วิพากษ์ เช่น สร้างข้อกล่าวอ้าง พิจารณา นำเสนอและตั้งคำถาม (Osborne, Erduran', Simon & Monk, 2001: 66–67) ประเมิน และ กลั่นกรอง (refinement) ข้อกล่าวอ้าง วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการปฏิบัติ การให้เหตุผล และการสะท้อนคิด

1.2 ส่งเสริมให้นักเรียนสนับสนุนแนวคิดตนเองด้วยหลักฐานที่ถูกต้อง และท้าทายแนวคิดตรงกันข้ามด้วยแนวคิดที่คาดคำนวณได้ (countering ideas) (Jonassen & Kim, 2010: 439–457) ใช้กระบวนการอธิบายที่มีหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ เก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

1.3 กิจกรรมกลุ่มที่ทำงานแบบรวมพลัง (collaborative group activity) สร้างข้อกล่าวอ้างที่มีคำอธิบายตามหลักฐานในกลุ่มเพื่อน จำลองการโต้แย้งเกี่ยวกับแนวคิดทางเลือก และ ความสอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง เพื่อจัดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติ และเพื่อทบทวนการปฏิบัติ (Osborne, Erduran', Simon & Monk, 2001: 66–67)

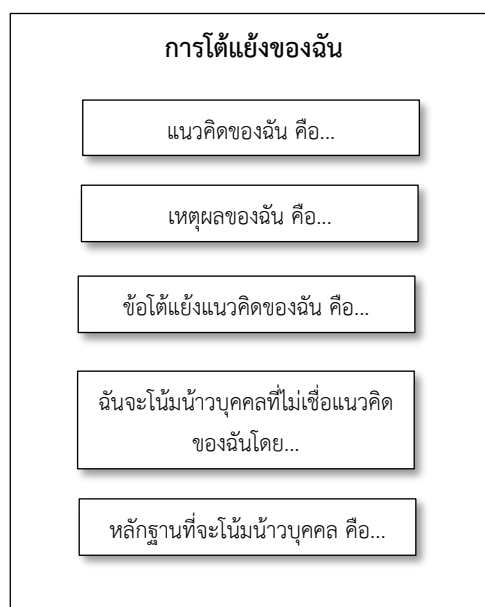
1.4 ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติแบบวิทยาศาสตร์ ใช้กระบวนการทางสังคมและญาณวิทยา การคิด ให้เหตุผล ทำงานแบบวิทยาศาสตร์ พัฒนาความรู้ในชุมชน (Jimenez–Aleixandre & Crujeiras, 2017) ด้วยการสนทนาระหว่างกลุ่มและสังคมที่สร้างและวิพากษ์ความรู้ เป็นการหล่อหลอมผู้เรียนในวัฒนธรรมทางสังคม

1.5 ส่งเสริมพัฒนาการเขียนและสนทนาด้วยภาษาวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลในที่สาธารณะและยืนยันข้อกล่าวอ้างด้วยหลักฐาน และประเมินแนวคิดทางเลือกอื่น พัฒนาสมรรถนะการสื่อสาร การสะท้อนคิด ประสบการณ์ และแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และสังคม แลกเปลี่ยนความเข้าใจกับผู้อื่นและถ่วงน้ำหนักความคิดของตนเองด้วยการวิพากษ์มากกว่าการยอมรับ (Sengul, 2019: 1093–1094)

1.6 ส่งเสริมการอภิปรายความถูกต้องของข้อกล่าวอ้างด้วยปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เปิดโอกาสให้นักเรียนชักชวนเพื่อนให้ยอมรับข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบหรือไขความซับซ้อน เรียนรู้บทบาทของวิทยาศาสตร์ในสังคมเพื่อส่งเสริมการตัดสินใจของบุคคล ในประเด็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เช่น การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลก หรือ การทดลองทางพันธุกรรม

1.7 จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและเหมาะสมกับการโต้แย้ง เช่น สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน หรือ การเรียนรู้แบบโครงงาน โดยรวมเอาประเด็น วิทยาศาสตร์-สังคม ที่มีคำตอบและคำอธิบายที่หลากหลาย (Jonassen & Kim, 2010: 439-457)

1.8 จัดสภาพแวดล้อมที่มีเครื่องมือและข้อมูลเพียงพอสำหรับการโต้แย้ง ประกอบด้วย คำถามที่ส่งเสริมการคิดและการตั้งคำถาม ทำให้เกิดการโต้แย้งแบบร่วมมือ (collaborative argument) ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์การสนทนาและการให้เหตุผลแบบร่วมมือ (collaborative reasoning) (Jonassen & Kim, 2010: 439-457) ครูมีบทบาทตั้งคำถามเพื่อเริ่มต้น การโต้แย้ง (Osborne, Erduran', Simon & Monk, 2001: 66-67) เช่น ทำไมจึงคิดเช่นนั้น อะไรที่เป็นเหตุผล มีแนวคิดอื่นอีกไหม หลักฐานคืออะไร ครูอาจจะใช้กรอบแนวคิดการเขียน ที่สนับสนุน การโต้แย้ง ตัวอย่าง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กรอบการเขียนที่ส่งเสริมกระบวนการโต้แย้งของ

Osborne, Erduran', Simon & Monk (2001: 67)

2. เทคนิคที่ส่งเสริมการโต้แย้ง Osborne, Erduran', Simon & Monk (2001: 66–67)

เสนอกลวิธีที่ส่งเสริมกระบวนการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1 ทฤษฎีคู่แข่งแบบภาพวาด (Competing theories, cartoons) เป็นการเสนอทฤษฎีเป็นภาพการ์ตูน หรือ ลายเส้น ให้นักเรียนเลือกทฤษฎี และนำมาโต้แย้งโดยพิจารณาความถูกต้องและอธิบายการตัดสินใจของตนเอง

2.2 ทฤษฎีคู่แข่งแบบเรื่องเล่า (Competing theories, tale) เป็นการเสนอทฤษฎีสองทฤษฎีหรือมากกว่าสองทฤษฎี เป็นเรื่องราวหรือสถานการณ์จริง ให้นักเรียนใช้ทฤษฎีนั้นนำมาพิสูจน์เรื่องราวที่ตนเองเลือกที่จะพิสูจน์

2.3 ทฤษฎีคู่แข่งแบบแนวคิดและหลักฐาน (Competing theories, แนวคิดและหลักฐาน) เป็นการเสนอปรากฏการณ์ทางกายภาพที่มีคำอธิบายสองแบบให้นักเรียน เลือกและอภิปราย

2.4 ผังมโนทัศน์ (Concept Maps) เสนอผังมโนทัศน์ เกี่ยวกับหัวข้อให้นักเรียนโต้แย้ง อภิปราย เหตุและผลในการเชื่อมโยงผังมโนทัศน์

2.5 การสร้างข้อกล่าวอ้าง (Construction of an argument) เสนอข้อมูลบางประการเกี่ยวกับคำอธิบายเหตุการณ์ ให้นักเรียนเลือกและนำไปอธิบายเหตุการณ์และอภิปรายร่วมกัน

2.6 ตารางความคิดเห็น (Table of Statements) เสนอตารางแสดงความคิดเห็นบางประการเกี่ยวกับหัวข้อวิทยาศาสตร์ นำเสนอให้นักเรียนคัดเลือกมา อภิปราย และแสดงความคิดเห็น

2.7 รายงานผลการทดลอง (Report of an experiment) เสนอรายงานการทดลองให้นักเรียน โต้แย้งผลการทดลอง ทั้งข้อผิดพลาด หรือ การทดลองที่ไม่เพียงพอ

2.8 พยากรณ์ สังเกต และ อธิบาย (Prediction, Observation and Explanation) นำเสนอเหตุการณ์ให้นักเรียนพยากรณ์ ข้อสรุปเหตุการณ์ เขียนสรุป หลังจากนั้น จึงเสนอข้อสรุปจริงให้นักเรียนเพื่อเปรียบเทียบการพยากรณ์และข้อสรุปของตนเอง โดยการอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างข้อสรุปของตนเอง และ ที่เป็นจริง

2.9 ออกแบบการทดลอง (Design of an experiment): นักเรียนวางแผนการทดลอง เป็นกลุ่ม และ โต้แย้งแผนการทดลองนั้น

2.10 บทบาทสมมติ โดยเสนอหลักการทางเลือกสองหลักการในประวัติศาสตร์และมีผู้โต้แย้งแนวคิดในมุมมองประวัติศาสตร์และแนวคิดวิทยาศาสตร์ ขณะที่ใช้ความคิดได้รับอิทธิพลจากความผิดพลาดที่เกิดจากสัญชาตญาณ (intuitive fallacy) หมายถึงสามัญสำนึกที่นำไปสู่การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ไม่เหมาะสม ตัวอย่างที่จะนำมาเป็นบทบาทสมมติ เช่น (1) Galileo โต้แย้งกับศาสนา (2) Darwin โต้แย้งกับฝ่ายที่ไม่เห็นด้วยในแนวคิดวิวัฒนาการ (3) Pasteur และ Pouchet โต้แย้งกันในเรื่องกำเนิดของชีวิต (4) Torricelli และการโต้แย้งในหลักฐานของการมีอยู่ซึ่งสูญญากาศ เมื่อแต่ละกลุ่มได้โต้แย้งจะนำไปสู่การนำเสนอกลุ่มย่อย ผู้เรียนจะบันทึกข้อโต้แย้ง และแนวคิดของกลุ่ม กลุ่มอื่นคิดคำถามอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้เห็นขัดแย้งอภิปราย และการป้องกันแนวคิด (Osborne, Erduran', Simon & Monk, 2001: 66-67)

3. กระบวนการสอนด้วยการโต้แย้ง

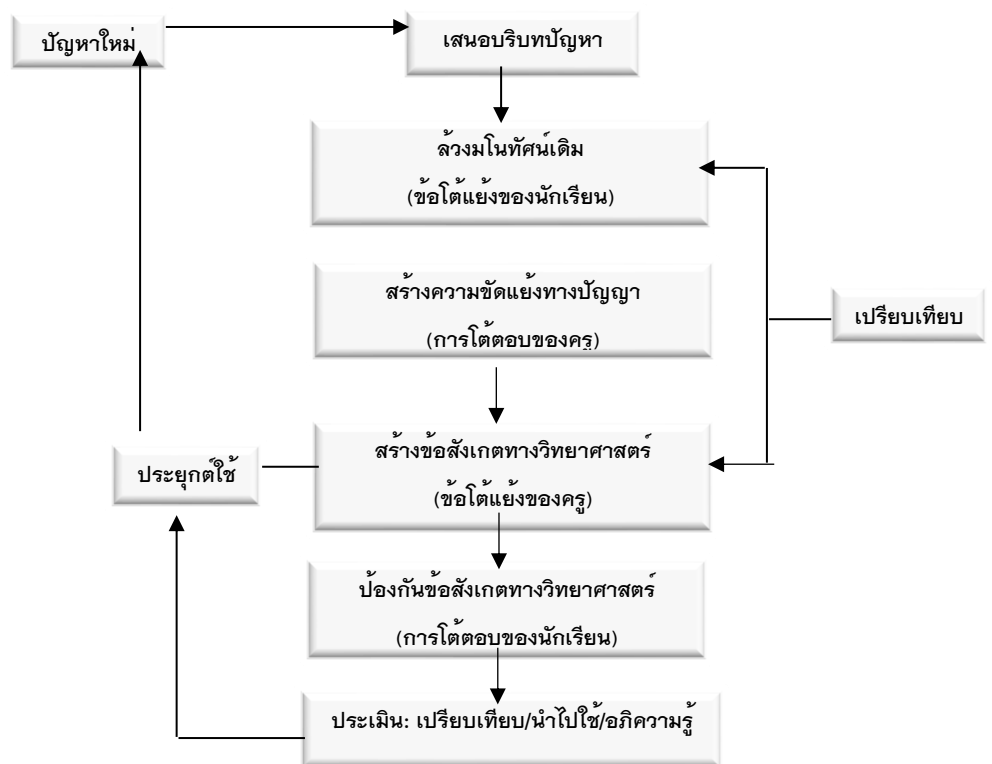
มโนทัศน์ของนักเรียนส่วนมากแตกต่างจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ และ แนวคิดของเพื่อน สร้างโอกาสให้เกิดข้อโต้แย้งในชั้นเรียน (Zhou, 2010: 101-110) การโต้แย้งใช้เวลา ผู้โต้แย้งจะต้องอธิบาย ทดสอบ ป้องกัน และ ทำให้ผู้คัดค้าน (opponents) เชื่อมมั่นและยอมรับแนวคิดของตนเอง ต้องเปิดใจและพยายามเข้าใจในจุดยืนของผู้คัดค้านและพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงจุดยืนของตนเอง

Zhou (2010: 107-108) เสนอกระบวนการสอนด้วยการโต้แย้ง เพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ ประกอบด้วย

3.1 การนำเสนอบริบทปัญหา (Present problem context) การโต้แย้งเริ่มจากปัญหา หรือ คำถาม (Toulmin, 2003: 13-15) เช่น ครูเสนอปรากฏการณ์ หรือ สาธิตและให้นักเรียนสังเกตและพยากรณ์ เช่น การสาธิต แท่งแม่เหล็กและแท่งเหล็กวางบนแท่งไม้ลอยบนผิวน้ำ ผลักแท่งไม้เข้าหากัน ทำให้มโนทัศน์เดิมของนักเรียนถูกกระตุ้น นักเรียนพยากรณ์ว่า คลิปมีแรงกระทำต่อแม่เหล็กอย่างไร เสนอแนวคิดของตนเอง แลกเปลี่ยนกับเพื่อน การอภิปรายทำให้ชัดเจนในสิ่งที่พยากรณ์ ดีความ ตัดสินใจ ครูจะรู้ข้อมูล และเปิดโอกาสให้นักเรียนโต้แย้ง

3.2 การสร้างความขัดแย้งทางปัญญา (Create cognitive conflict) เมื่อนักเรียนชัดเจนแนวคิดตนเอง และสงสัยแนวคิดต่างของเพื่อน ระยะนี้ ไม่ใช่การบอกมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ แต่เป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (inquiry-based learning) ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผลของการสืบเสาะ แนวคิดใหม่ทำให้นักเรียนเห็นความเป็นไปได้ และเป็นที่เข้าใจได้

ส่วนมากผลการทดลองจะต่างจากการพยากรณ์ เป็นการยากที่นักเรียนจะยอมยกเลิกข้อกล่าวอ้างของตนเอง และคิดว่ามีบางสิ่งที่ผิดพลาดกับการสาธิต หรือ การทดลองมากกว่าที่จะตั้งคำถามกับมโนทัศน์ตนเอง แม้ว่าแนวคิดของนักเรียนอาจจะใช้ได้ดีในปรากฏการณ์หนึ่ง แต่อาจจะใช้ไม่ได้กับอีกสถานการณ์หนึ่ง การบ่งชี้ข้อจำกัดทำให้นักเรียนไม่พึงพอใจการตีความของตนเอง ทำให้เกิดความขัดแย้งในตัวเอง เป็นการทำลายแนวคิดเดิม และ สร้างแนวคิดใหม่เกิดควบคู่กันไป ประโยชน์ของแนวคิดใหม่ช่วยให้นักเรียนถอยห่างจากแนวคิดเดิม การสร้างข้อสังเกตทางวิทยาศาสตร์ (Construct scientific notions)



ภาพที่ 5 เทคนิคการโต้แย้งที่ใช้สอนวิทยาศาสตร์

ที่มา: Zhou, 2010: 106

3.3 การป้องกันข้อสังเกตทางวิทยาศาสตร์ (Defend the scientific notion) ในชั้นเรียนประชาธิปไตย นักเรียนถูกท้าทายด้วยข้อสังเกตทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนอาจถามว่า ทำไมแม่เหล็กเคลื่อนเข้าหาคาลิปหรือไม่ใช่ ครูต้องเสนอปรากฏการณ์ที่สร้างความสับสนและสาธิตว่าโมโนทัศน์วิทยาศาสตร์นำมาใช้ได้อย่างไร

3.4 การประเมิน (Evaluation) ระยะนี้ เป็นการชักชวนนักเรียนให้ชื่นชมแนวคิดวิทยาศาสตร์โดยนำไปเปรียบเทียบกับแนวคิดของนักเรียน และ ใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์กับปัญหาใหม่ที่มีโมโนทัศน์เดิมใช้ไม่ได้ ช่วยให้นักเรียนค้นพบสิ่งที่ผิดพลาด คลาดเคลื่อนของตนเอง และเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ดีขึ้น นอกจากนี้ การวิเคราะห์ความต่างระหว่างความรู้ส่วนบุคคล และความรู้วิทยาศาสตร์ อาจจะช่วยนักเรียนด้วยวิธีอภิปัญญา (metacognition)

ปัญหาการสนทนาที่เกิดขึ้นในการโต้แย้ง คือ การเผชิญหน้าและอคติ เกิดจาก 1) การติดยึดความเห็นของตนเองทำให้เกิดอคติในการโต้แย้ง Berland และ Reiser (2009) มีความเห็นว่า เป้าหมายการโต้แย้ง คือ การทำให้เกิดการรับรู้ และการชักนำ ปัญหาเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนให้คุณค่าและติดยึดกับแนวคิดของตนเอง จนปฏิเสธการโต้แย้งและหลักฐานที่ผู้อื่นนำเสนอ เกิดอคติในการพิสูจน์ว่าเป็นจริง การป้องกันแนวคิดนี้โดยให้นักเรียนฟังและสื่อสารต่อการค้นหาคำตอบของคนส่วนใหญ่ที่นำไปสู่ข้อสรุปว่า แนวคิดที่ขัดแย้ง และ ล้มเหลวจะได้รับการทบทวน (Berland & Lee, 2012) กฎเกณฑ์ดังกล่าวทำให้ใช้เวลามากขึ้น 2) ทำอย่างไรชั้นเรียนจึงจะรู้ว่าแนวคิดใดถูกต้อง การโต้แย้งน่าจะถูกต้องเมื่อเป็นที่ยอมรับแต่นักเรียนขาดความรู้ อาจจะทำให้แนวคิดไม่ถูกต้อง การโต้แย้งในชั้นเรียนส่วนมากไม่ถูก ครูมีบทบาทนำการโต้แย้งไปในทิศทางที่ถูกต้อง

ตัวอย่างงานวิจัยการโต้แย้ง

กฤษฎา ทองประไพ, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, กฤษณา ชินสิญจน์ และ อรยา แจ่มใจ (2559) ได้ทำวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 38 คน จัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต รวบรวมข้อมูลจากแบบวัดทักษะการโต้แย้ง และจากการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยหาความถี่ ร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ด้วย

การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งหมด (ร้อยละ 100) มีทักษะการโต้แย้งอยู่ในระดับดีขึ้นหลังการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน องค์ประกอบที่นักเรียนสามารถพัฒนาได้มากที่สุด คือ การระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน และองค์ประกอบที่พัฒนาได้น้อยที่สุดคือการใช้หลักฐาน

ภัทราวรรณ ไชยมงคล, สกนธชัย ชนะนนท์ และจินตนา กล้าเทศ (2560) ได้วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อ พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น

อัศวิน ณะปะบัด, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และ พัฒน์ จันทร์โรทัย (2558) ได้พัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 12 คน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องทรัพยากรธรรมชาติ เก็บข้อมูลด้วยแบบวัดแบบวัดทักษะการโต้แย้งและแบบสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาความถี่ ร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีทักษะการโต้แย้งเพิ่มขึ้น องค์ประกอบที่สามารถพัฒนาได้มากที่สุด คือ การแสดงหลักฐาน สนับสนุนเหตุผล และองค์ประกอบที่พัฒนาได้น้อยที่สุด คือ การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ

Turkogus, & Cin, (2013) ได้ศึกษาผลของการโต้แย้งด้วยกิจกรรมการต้อนมโนทัศน์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในหัวข้อ “ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันของเรา” รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง ทดสอบก่อนและหลังการทดลอง กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนระดับ 7 ที่เรียนในปี 2012-13, ในโรงเรียน Izmir, Turkey กลุ่มทดลองมีนักเรียน 28 คน กลุ่มควบคุมมีนักเรียน 26 คน เก็บข้อมูลด้วยแบบทดสอบ “Science Process Skills Scale” ประกอบด้วยคำถาม 28 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดีมากกว่ากลุ่มควบคุม

Kristianti, Ramli, & Ariyanto (2018) ได้ศึกษาการปรับปรุงทักษะการโต้แย้งของนักเรียนระดับ 11 ด้วยเทคนิคการตั้งคำถามของครูและการประเมินความสามารถในการโต้แย้ง โดยการวิจัยปฏิบัติการแบบรวมพลัง (collaborative action research) ระหว่างนักศึกษาฝึกสอน ครู

สอนชีววิทยา ทำการทดลองสามวงจร กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับ 11 จำนวน 36 คน แผนการสอนพัฒนาโดยนักศึกษาฝึกสอน ในระยะที่ 1 ระยะสะท้อนคิด ระยะที่ 2 กระบวนการเรียนรู้ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนโต้แย้งมากนัก นักเรียนแบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มเรียนรู้ 14 คน กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์สูง 22 คน คำถามของครูและคำตอบของนักเรียนนำไปให้รหัสและตีความจัดระดับการมีการประเมินการโต้แย้งด้วยแบบประเมินในแต่ละวงจร เมื่อสิ้นสุดวงจรที่ 3 นักเรียนกลุ่มเรียนรู้และกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์สูงมีการเปลี่ยนแปลงทักษะการโต้แย้ง และการตอบสนองคำถามของครูอย่างมีนัยสำคัญ

Park, S-K. (2016: 87-107) ได้สำรวจรูปแบบการโต้แย้งที่เกิดขึ้นในการเรียนรู้แบบโมเดลเป็นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่ของดาวอังคาร โดยการวิเคราะห์ให้รหัสการสนทนาโต้แย้งของนักเรียนและสำรวจรูปแบบการโต้แย้งในกลุ่ม ที่เรียนรู้ด้วยแบบโมเดลเป็นฐาน (modeling-based learning) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ 2 ในเกาหลีใต้ แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองเรียนรู้แบบโมเดลเป็นฐานส่วนกลุ่มควบคุมเรียนรู้แบบครูอธิบายเป็นฐาน (explanation-based) นักเรียนสร้างโมเดลการเคลื่อนที่ของดาวอังคาร อภิปรายปรากฏการณ์ และโมเดลที่สร้างขึ้น โดยใช้เหตุและผล การให้รหัสการโต้แย้งของนักเรียนประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ และ 3 กลุ่ม รวมทั้ง ความสัมพันธ์ของโมเดล ข้อกล่าวอ้าง และ เหตุผล ผลการวิจัยพบว่า ความหลากหลายของรูปแบบการสำรวจเป็นลักษณะสำคัญของการโต้แย้ง รวมทั้ง การให้เหตุผลข้อกล่าวอ้าง กระบวนการโต้แย้งมีประสิทธิภาพส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีรูปแบบเป็นฐาน สัดส่วนของนักเรียนที่มีโมทัศน์ถูกต้องในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

งานวิจัยทั้ง 6 เรื่อง เป็นงานวิจัยที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน เช่น ประเด็นทางสังคมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กิจกรรมการตุนมโนทัศน์ เทคนิคการตั้งคำถามของครู และการเรียนรู้แบบโมเดลเป็นฐาน โดยมีตัวแปรตาม คือ ทักษะการโต้แย้ง ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กล่าวโดยสรุป คือ สามารถใช้ทักษะการโต้แย้งเป็นส่วนหนึ่งของตัวแปรต้น หรือ ใช้ตัวแปรต้นอื่น เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้ง

สรุป

การโต้แย้ง การเชื่อมโยง การส่งเสริมความเข้าใจในทัศน การค้นพบความรู้ใหม่ และการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ยังต้องการงานวิจัยที่สำรวจตรวจสอบการโต้แย้งที่จะนำไปใช้พัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ว่าจะทำให้ได้อย่างไร การพัฒนาและส่งเสริมรูปแบบการ

สอนใหม่ที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งแบบวิทยาศาสตร์ กลยุทธ์ในการพัฒนาทักษะการโต้แย้ง รวมทั้งงานวิจัยที่ศึกษาความสามารถในการโต้แย้งแบบวิทยาศาสตร์ที่จะพัฒนาให้เยาวชนเป็นพลเมืองในสังคมประชาธิปไตยที่ยอมรับแนวคิดใหม่ด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ที่มีเหตุผล มีประโยชน์และมีคุณค่าในสังคม

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา ทองประไพ, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, กฤษณา ชินสิญจน์ และ อรยา แจ่มใจ. (2559). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วย การเรียนรู้เรื่องอาหารกับการดำรงชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(1), 48–61.
- ภัทราวรรณ ไชยมงคล, สกนธชัย ชนะนันทน์ และจินตนา กล้าเทศ. (2560). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 8(1), 27–40.
- อัศวิน ณะนะบัต, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และ พัฒนี จันทโรทัย. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. *วารสารวิจัย มข. มส. (บศ.)* 3(2) พ.ค. – ส.ค. 2558, 14–24.
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2561). *เหตุผลวิบัติ*. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2562 จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/เหตุผลวิบัติ>.
- Berland, L. K. & Lee, V. R. (2012) In pursuit of consensus: Disagreement and legitimization during small-group argumentation, *International Journal of Science Education*, 34(12), 1857–1882, doi: 10.1080/ 09500693.2011.645086.

- Berland, L., & Reiser, B. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93, 26–55. doi:10.1002/sce.20286.
- Bricker, L.A., & Bell, P. (2008). Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. *Science Education*, 92, 473–498.
- Dawson, V. M. & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 2010, 40: 133–148. DOI 10.1007/s11165-008-9104-y.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2017). *Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning*, 693(September). doi:10.1080/09500690305016.
- Duschl, R. A. & Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, 38(2002), 39–72.
- Erduran, S, Simon, S & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88:915–933.
- Jiménez-Aleixandre, M. & Crujeiras-Pérez, B. (2017). *Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education*. 10.1007/978-94-6300-749-8_5.
- Jonassen, D. H. & Kim, B. (2010). Arguing to learn and learning to argue: Design justifications and guidelines. *Educational Technology Research and Development*, 58(4 Aug 2010), 439–457.
- Kristianti, T. P., Ramli, M & Ariyanto, J. (2018). Improving the argumentative skills of high school students through teacher's questioning techniques and argumentative assessment. *Journal of Physics: Conf. Series 1013* (2018) 012012 doi :10.1088/1742-6596/1013/1/012012

- Osborne, Erduran', Simon & Monk. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, June 2001, 82 (301): 63–70.
- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction ?. *Science Education*, 95(4), 627–638. doi: 10.1002/sce.20438
- Otulaja, F. & Cameron, A. & Msimanga, A.. (2011). Rethinking argumentation–teaching strategies and indigenous knowledge in South African science classrooms. *Cultural Studies of Science Education*. 6. 693–703. 10.1007/s11422–011–9351–5.
- Ozden Sengul, O. (2019) Linking scientific literacy, scientific argumentation, and democratic citizenship. *Universal Journal of Educational Research* 7.4 (2019) 1090–1098. doi: 10.13189/ujer.2019.070421.
- Park, S–K. (2016). Exploring the argumentation pattern in modeling–based Learning about apparent motion of Mars. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(1), 87–107
- Rapanta, C. & Macagno, (2016). Argumentation methods in educational contexts: Introduction to the special issue, *International Journal of Educational Research* (2016), Retrieved October 1, 2019 from <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijer.2016.03.006>
- Sampson, Grooms, & Walker. (2011). Argument–driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*. 95, 217 – 257.
- Sampson, V. & Schlegel, S. (2013). Scientific argumentation in biology: 30 classroom activities. Arlington: National Science Teachers Association.
- Sengul, O. (2019). Linking scientific literacy, scientific argumentation, and democratic citizenship. *Universal Journal of Educational Research* 7.4 (2019) 1090 – 1098. doi: 10.13189/ujer.2019.070421.

- Siegel, H. & Biro, J. (1997). Epistemic normativity, argumentation, and fallacies. *Argumentation*, 11: 277–292, 1997. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Tippett, C. (2009). Argumentation: The language of science. *Journal of Elementary Science Education*, 21(1, Winter 2009), 17–25.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Updated Edition. Cambridge: Cambridge University Press.
- Turkogus, a. & Cin, M. (2013). *Effects of Argumentation Based Concept Cartoon Activities on Students' Scientific Process Skills*. This study was presented in the World Conference on New Trends in Science Education (WCNTSE) in Krakow, Poland, 2–5 July 2013.
- Wegerif, Rupert. (2006). A dialogic understanding of the relationship between CSCL and teaching thinking skills. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*. 1. 10.1007/s11412–006–6840–8.
- Zhou, G. 2010. Conceptual change in science: A process of argumentation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(2), 101–110.
- Zuhal Oguz Çakir, B. 2011. *The influence of argumentation based instruction on sixth grade students' attitude toward science, conceptual understanding of physical and chemical change topics and argumentativeness*. The degree of master of science, the Department of Elementary Science and Mathematics Education, Middle East Technical University.