

ผลงานวิจัย การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

ผู้วิจัย นายอัศวิน ณะนะปัด

ปีที่วิจัย 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ระบุแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์และหน่วยการเรียนรู้เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่พิเศษวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 40 คน ประกอบไปด้วยนักเรียนชาย 15 คน และนักเรียนหญิง 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ แบบวัดการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ อนุทินของนักเรียน แบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และใบกิจกรรมของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา และการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยการหาค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนได้แก่ 1) ให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหาผ่านการใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ 2) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นผ่านการอภิปรายกลุ่มใหญ่ร่วมกับการอภิปรายกลุ่มย่อย 3) การอธิบายความสัมพันธ์ผ่านการสรุปประเด็นจากการอภิปรายภายในกลุ่มย่อย และสรุปองค์ความรู้ของตนเอง 4) การแสดงบทบาทสมมติผ่านการจัดรายการโทรทัศน์และการได้วาที ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชัน Flipgrid และ Minecraft Education Edition 5) การสะท้อนความคิดผ่านการใช้ใบกิจกรรมแบบมีโครงสร้างคำถาม นอกจากนี้ นักเรียนมีการพัฒนารูปแบบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการจากก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีรูปแบบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการเป็นการบนความเป็นเหตุเป็นผลร่วมกับอารมณ์เปลี่ยนไปเป็นรูปแบบความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นเมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียน 40 คน (ร้อยละ 100) มีคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการในระดับดีมาก

คำสำคัญ: ทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ, การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

หลักการความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันมีบทบาทอย่างมากในสังคมปัจจุบัน โดยมีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้พลเมืองรอบรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ซึ่งการรอบรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้และความเข้าใจในทศวรรษและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การตัดสินใจ การปฏิบัติ การดำเนินชีวิตประจำวันของแต่ละบุคคล และมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 1996) นอกจากนี้พลเมืองที่มีความรอบรู้วิทยาศาสตร์อาศัยพื้นฐานของความรู้ทางด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานเชิงประจักษ์ การมีจิตวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี (Bybee, 1997) จะเห็นได้ว่าหนึ่งในองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์และการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์จะต้องประกอบไปด้วยการเป็นผู้ที่มีทักษะการให้เหตุผลที่ดี ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้บุคคลนั้นเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง เนื่องจากในสังคมปัจจุบันที่มีประเด็นต่าง ๆ ทางสังคมเกิดขึ้นมากมาย การให้เหตุผลจึงเป็นทักษะสำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจเพื่อตัดสินใจสถานการณ์นั้น ๆ (OECD, 2016) โดยคำนึงถึงหลักฐานที่สนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งการมีทักษะการให้เหตุผลที่ดีจะนำไปสู่การพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองเพื่อค้นหาหลักฐานเพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจนั้นโดยสามารถอธิบายและให้เหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล

การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการเป็นทักษะพื้นฐานที่มนุษย์ใช้เพื่อให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในประเด็นต่าง ๆ ที่ยังไม่มีข้อสรุปเป็นที่แน่นอนที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยความสามารถการให้เหตุผลสามารถสะท้อนถึงการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถรับการประเมินผ่านโครงการประเมินผลนักเรียนรวมนานาชาติ (Programmed for International Student Assessment หรือ PISA) โดยมีสมรรถนะบ่งชี้ตามที่ OECD ตั้งไว้เพื่อประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ในโครงการ PISA มีอยู่ด้วยกัน 3 สมรรถนะ ได้แก่ 1) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งทั้ง 3 ส่วนนักเรียนจำเป็นต้องเขียนอธิบาย แสดงเหตุผลประกอบการอธิบาย แสดงเหตุผลโดยใช้หลักฐานสนับสนุนได้ ผลการประเมินพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ 421 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน 501 คะแนนและสัดส่วนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเทศไทยต่ำกว่าระดับพื้นฐานที่องค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจตั้งไว้ซึ่งคิดเป็น 46 % และมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด (สสวท, 2561) จากผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่าความสามารถของนักเรียนไทยในการอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสรุปความรู้จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ McNeil et al. (2006) ที่ได้สรุปไว้ว่า การให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่ฝึกฝนยากที่สุดสำหรับนักเรียน เนื่องจากนักเรียนต้องเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน

จากปัญหาดังกล่าวสอดคล้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนของผู้วิจัย โดยพบว่าเมื่อถามคำถามหรือใช้สถานการณ์ต่าง ๆ แล้วถามคำถามในชั้นเรียน นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบคำถามสั้น ๆ โดยไม่มีคำอธิบายและการให้เหตุผลประกอบ ไม่มีการแสดงข้อมูลหรือหลักฐานอื่น ๆ มาช่วยทำให้คำตอบของตนเองน่าเชื่อถือ ในบางครั้งนักเรียนมักตอบคำถามหรือแสดงเหตุผลโดยใช้อารมณ์ หรือตอบคำถามจากสัญชาตญาณของตนเอง จากปัญหาที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยค้นพบว่านักเรียนยังขาดทักษะการให้เหตุผล โดยเฉพาะทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญและนักเรียนควรได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการให้เหตุผลประกอบการอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยความรู้

ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ช่วยยืนยันหรือบ่งบอกได้ว่านักเรียนเป็นผู้ที่รอบรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงควรได้รับการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในเชิงสร้างสรรค์ได้

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานสำคัญที่จะนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการในชั้นเรียน วิธีการที่จะพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการของนักเรียน คือ นักเรียนได้มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติ นำมาสู่การสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน ซึ่งการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายรูปแบบและหลากหลายแนวคิด สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเน้นการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานตามแนวทางของ Eilks (2010) โดยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) วิเคราะห์ปัญหา 2) ทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์ 3) สร้างความสัมพันธ์ 4) การแสดงบทบาทสมมติ และ 5) การสะท้อนความคิด โดยนักเรียนมีโอกาสได้วิเคราะห์ปัญหา ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นทางสังคมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นของตนเองผ่านการแสดงบทบาทสมมติ และสะท้อนความคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการได้ จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า หทัยชนก ชนะชัย และคณะ (2559) ได้ทำการพัฒนาการให้เหตุผลแบบไม่มีเป็นทางการในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีพัฒนาการที่คงที่เนื่องจากนักเรียนเชื่อมั่นในทักษะการให้เหตุผลของตนเองว่าอยู่ในระดับดีอยู่แล้ว มีเพียงบางส่วนมีผลพัฒนาการของการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการในทิศทางที่ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรเดช ศรีทา และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2559) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีพัฒนาการของการให้เหตุผลแบบไม่มีเป็นทางการอยู่ในระดับดีมาก โดยนักเรียนสามารถให้เหตุผลแบบไม่มีเป็นทางการโดยอยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล แต่อย่างไรก็ตามก็ยังคงมีนักเรียนบางส่วนที่ยังคงใช้การให้เหตุผลแบบไม่มีเป็นทางการโดยอยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณเดิมของตน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการให้เหตุผลแบบไม่มีเป็นทางการร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในเรื่องของเทคโนโลยีชีวภาพ พบว่านักเรียนยังคงมีการใช้การให้เหตุผลแบบไม่มีเป็นทางการโดยนำความรู้สึกและสัญชาตญาณเดิมของตนในการให้เหตุผลมากกว่าการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการประกอบการให้เหตุผล (Dawson and Venville, 2009) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wu and Tsai (2010) ที่พบว่าคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่มีเป็นทางการนี้ขึ้นอยู่กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กล่าวคือถ้านักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มาก การให้เหตุผลของนักเรียนก็จะประกอบไปด้วยเหตุผลที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนประกอบ แต่ถ้าหากนักเรียนไม่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มากพอการให้เหตุผลของนักเรียนจะอาศัยความเชื่อของตนเองว่าความรู้ที่ตนมีนั้นเป็นสิ่งที่ถูกต้องแทน ซึ่งจากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาจะพบว่าทักษะการให้เหตุผลแบบไม่มีเป็นทางการยังคงต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมีความสำคัญต่อกระบวนการคิดและการตัดสินใจ ซึ่งนำไปสู่ความกระจ่างของการโต้แย้งกับสถานการณ์ที่เผชิญหน้าอยู่ ด้วยกระบวนการสร้างทางเลือกและให้การสนับสนุนหลักฐานที่มีอยู่อย่างมี

เหตุผล ด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมกับข้อคิดเห็นและทัศนคติของตน เพื่อที่จะสามารถใช้ชีวิตภายใต้สังคมที่เต็มไปด้วยประเด็นต่าง ๆ มากมายได้อย่างระมัดระวัง (Sadler, 2004)

ด้วยความตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียน เพื่อการนำไปสู่การเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งในด้านรูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ และคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

แนวคิด/ทฤษฎี

1. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ

1.1 ความหมายของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ

การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการเป็นการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน และเป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เนื่องจากประเด็นดังกล่าวเป็นประเด็นที่เป็นลักษณะของคำถามปลายเปิด ไม่มีคำตอบที่ชัดเจน และมีมุมมองในการแก้ไขปัญหามากมาย การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการจึงเป็นการให้เหตุผลเพื่อประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์นั้น (Sadler and Zeidler, 2005) ซึ่งได้มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความหมายของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักการศึกษาต่าง ๆ

นักการศึกษา	ความหมาย
Zohar and Nemet (2002)	เป็นการใช้เหตุผลในการอธิบายเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น รวมไปถึงข้อดีและข้อเสีย ของสถานการณ์ที่ต้องมีการสร้างการตัดสินใจ โดยมีการรวมทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ให้เหตุผลเข้าไป ในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนและไม่มีคำตอบที่ชัดเจน
Sadler (2004)	เป็นการสร้างและประเมินประเด็นและเรื่องราวที่มีความซับซ้อนและไม่มีคำตอบที่ชัดเจนที่เกิดขึ้นในสังคมโดยเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ต้องตัดสินใจ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคมโดยที่ไม่เคยมีการแก้ไขปัญหามาก่อน
Sadler and Zeidler (2005)	เป็นกระบวนการทางความคิดและจิตใจในการเจรจาและหาทางแก้ปัญหา ในสถานการณ์หรือประเด็นที่มีความซับซ้อนเป็นการเลือกที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับในทางเลือกต่าง ๆ ที่มีให้

การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการและการให้เหตุผลอย่างเป็นทางการนั้นมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนโดยศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) ได้สรุปความแตกต่างของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการและการให้เหตุผลแบบเป็นทางการไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความแตกต่างของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการและการให้เหตุผลแบบเป็นทางการ

การให้เหตุผลแบบเป็นทางการ	การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ
การให้เหตุผลแบบเป็นทางการมักมีการให้ข้อสันนิษฐานหรือเงื่อนไขเบื้องต้นไว้อย่างแน่นอน	การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการการให้ข้อสันนิษฐานของบุคคลหนึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงได้โดยการเพิ่มหรือลดข้อสันนิษฐานได้และมีการใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ
การให้เหตุผลแบบเป็นทางการมีการใช้รูปแบบที่ถูกต้อง (Well-Formed Arguments) ของการโต้แย้งและการโต้แย้งมีลักษณะพื้นฐานเป็นนิรนัย (Deductive)	การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งสองด้านของสิ่งที่เป็นประเด็นในการโต้แย้งและมีลักษณะพื้นฐานเป็นอุปนัย (Inductive)
การให้เหตุผลแบบเป็นทางการมีลักษณะเป็นขั้นตอนของนิรนัยที่เกี่ยวข้องกันยาว ดังที่พบในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์	การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ มีลักษณะคล้ายพุ่มไม้ ที่แตกกิ่งก้านสาขาสั้น ๆ ไม่ได้เป็นก้านเดียวที่ยาวแบบการให้เหตุผลแบบเป็นทางการ

จากความหมายของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น งานวิจัยนี้ได้สรุปความหมายของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ คือ กระบวนการในการอธิบายเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน โดยรวมทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ให้เหตุผลเข้าไป โดยคำนึงถึงผลดี ผลเสียที่เกิดขึ้นและการสร้างทางเลือกขึ้นมาเพื่อตัดสินใจ โดยสามารถให้หลักฐานสนับสนุนการตัดสินใจในทางเลือกที่สร้างขึ้นมาได้

1.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ

จากกรอบการวัดและประเมินผลของการสอบ PISA ในส่วนของการวัดความสามารถในการรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นที่จะต้องใช้ทักษะการให้เหตุผลในการอธิบายการตัดสินใจในสถานการณ์ที่เป็นโจทย์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน เพื่อทดสอบการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผลของคำตอบของนักเรียน ทักษะการให้เหตุผลจึงเป็นพื้นฐานสำคัญของการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งในอดีตจะเป็นการให้เหตุผลในรูปแบบของการให้เหตุผลแบบเป็นทางการเพื่ออธิบายข้อเท็จจริงในทางวิทยาศาสตร์ (Sadler, 2004) ในความเป็นจริงแล้วการให้เหตุผลแบบเป็นทางการนั้นต้องอาศัยพื้นฐานของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ (Topçu, 2008) เนื่องจากสภาพสังคมปัจจุบันเต็มไปด้วยสถานการณ์ที่คลุมเครือ มีประเด็นต่าง ๆ ทางสังคมมากมายที่ไม่มีคำตอบที่ชัดเจน การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการจึงเป็นทักษะที่สามารถนำไปใช้เพื่อสร้างการตัดสินใจที่ชัดเจนในสถานการณ์ที่ซับซ้อนที่ต้องเผชิญหน้าในสังคมปัจจุบัน การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการนี้จะช่วยให้บุคคลสามารถเข้าถึงประเด็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมได้อย่างทั่วถึง สามารถสร้างทางเลือกเพื่อการตัดสินใจภายใต้หลักฐานสนับสนุนและความเป็นเหตุเป็นผลเป็นกระบวนการที่สามารถใช้ได้จริงในสังคมปัจจุบัน (Sadler, 2004)

1.3 รูปแบบโดยทั่วไปของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ

การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการแตกต่างจากการให้เหตุผลแบบเป็นทางการในเรื่องของการมีกระบวนการทางด้านจิตใจเข้ามาเกี่ยวข้อง เป็นการให้เหตุผลโดยรวมทัศนคติและความคิดเห็นอารมณ์ส่วนตนเข้าร่วมด้วย (Zohar and Nemet, 2002) อีกทั้งการให้เหตุผลแบบเป็นทางการเป็นการให้เหตุผลโดยอาศัยหลักการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นส่วนใหญ่ (Topçu et al., 2011) ซึ่งการให้เหตุผลแบบเป็นทางการนี้หลักฐานที่มีอยู่จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และข้อสรุปจะมีความชัดเจน ในขณะที่การให้

เหตุผลแบบไม่เป็นทางการนั้นหลักฐานจะสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลใหม่เกิดขึ้น และข้อสรุปจะไม่ชัดเจน ขึ้นอยู่กับบริบทและสถานการณ์นั้น ๆ ที่มีการลงข้อสรุป (Sadler, 2004)

นอกจากนี้ Sadler and Zeidler (2005) ได้กำหนดรูปแบบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการตามลักษณะของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ ประกอบไปด้วย 7 รูปแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ (Rationalistic Informal Reasoning) รูปแบบนี้เป็นการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการที่ใช้กระบวนการทางความคิดในการสร้างทางเลือกและสนับสนุนทางเลือกที่ตนสร้างขึ้น บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล มีการใช้ข้อมูล ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายประกอบ มีการการคำนึงถึงผลที่เกิดขึ้นและพยายามอธิบายถึงสาเหตุของการตัดสินใจในเหตุการณ์นั้น ๆ

2) การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการบนพื้นฐานของอารมณ์ (Emotive Informal Reasoning) รูปแบบนี้เป็นการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการที่ใช้ทั้งกระบวนการทางความคิดและจิตใจโดยอยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ที่เป็นอารมณ์ของมนุษย์ เช่น ความเห็นอกเห็นใจ ความสงสาร ความเป็นห่วงผู้อื่น ความรู้สึกทางศีลธรรมจริยธรรม และความเข้าใจผู้อื่น โดยอารมณ์ในการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการในประเภทนี้จะมีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์

3) การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการบนพื้นฐานของสัญชาตญาณ (Intuitive Informal Reasoning) รูปแบบนี้เป็นการให้เหตุผลโดยใช้กระบวนการทางด้านจิตใจเป็นหลัก โดยไม่คำนึงถึงความเป็นเหตุเป็นผล เป็นการให้เหตุผลในลักษณะการตอบสนองที่ทันทีตามสัญชาตญาณ ซึ่งมีทั้งการตอบสนองที่เป็นในเชิงบวกและเชิงลบ โดยที่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเหตุใดจึงเลือกตัดสินใจ

4) การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลและอารมณ์รูปแบบนี้เป็นส่วนที่มีการซ้อนทับกันของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการที่มีการแสดงออกร่วมกันระหว่างความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์และอารมณ์พร้อมกัน

5) การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลและสัญชาตญาณ รูปแบบนี้เป็นส่วนที่มีการซ้อนทับกันของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการที่มีการแสดงออกร่วมกันระหว่างความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์และสัญชาตญาณส่วนตัวของนักเรียนออกมาพร้อมกัน

6) การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการบนพื้นฐานของอารมณ์และสัญชาตญาณ รูปแบบนี้เป็นส่วนที่มีการซ้อนทับกันของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการที่มีการแสดงออกร่วมกันระหว่าง อารมณ์ของนักเรียนและสัญชาตญาณพร้อมกัน

7) การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล อารมณ์ และสัญชาตญาณ รูปแบบนี้เป็นส่วนที่มีการซ้อนทับกันของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการที่มีการแสดงออกร่วมกันทั้งสามรูปแบบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการทั้งความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ อารมณ์ และสัญชาตญาณ

1.4 คุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นในเรื่องกรอบแนวคิดทฤษฎีของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ จะเห็นได้ว่าคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการขึ้นอยู่กับคุณภาพในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งทั้งสองมีความเกี่ยวข้องกันอย่างไม่สามารถแยกจากกันได้ ซึ่งในการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนนั้นการที่จะระบุว่า การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนมีคุณภาพมากน้อย

เพียงใด จำเป็นที่จะต้องใช้เกณฑ์ในการกำหนดและตัดสินการให้เหตุผลนั้น ๆ ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมา มีนักการศึกษาได้กำหนดเกณฑ์การพิจารณาคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการไว้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักการศึกษาที่ได้ให้ไว้

นักการศึกษา	คุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ
Sadler and Zeidler (2005)	<p>การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการนั้นจะมีคุณภาพก็ต่อเมื่อมีองค์ประกอบครบทั้ง 4 องค์ประกอบ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Intrascenario Coherence คือ นักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนในสถานการณ์หนึ่ง ๆ ได้หรือไม่ 2. Interscenario Noncontradiction คือ ข้อกล่าวอ้างหรือเหตุผลจากสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องไม่ขัดแย้งกับข้อกล่าวอ้างของตน 3. Counterposition Construction คือ นักเรียนสามารถสร้างและอธิบายข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปได้ 4. Rebuttal Construction คือ นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้
Topçu (2008)	<p>Topçu (2008) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการไว้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Claims คือ นักเรียนมีการสร้างข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับประเด็นนั้น ๆ ได้ 2. Justification คือ นักเรียนสามารถเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนได้ 3. Counter Position คือ นักเรียนสามารถสร้างจุดยืนที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างของตนได้ 4. Rebuttal คือ นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งเพื่อสนับสนุนจุดยืนที่ต่างออกไปของตนได้

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักการศึกษาทั้งสองมีความเหมือนกัน คือ นักเรียนจะต้องสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างในประเด็นหรือสถานการณ์นั้นได้ และจะต้องมีการให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตน และสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างหรือจุดยืนที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างเดิมของตน พร้อมกับการสร้างข้อโต้แย้งที่สนับสนุนและสอดคล้องกับสถานการณ์หรือประเด็นนั้น ๆ โดยผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้กรอบในการประเมินคุณภาพการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของ Topçu (2008) เนื่องจากมีความชัดเจนในการกำหนดรายละเอียดของคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการและมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในบริบทการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียนของประเทศไทยด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งการแสดงผลของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการจะแสดงผลออกมาผ่านการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นซึ่งมีเกณฑ์การวัดประเมินผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของ Topçu (2008)

คุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ	คำอธิบาย
ระดับข้อกล่าวอ้าง	ผู้รับการประเมินสามารถระบุได้เพียงแค่ข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่สามารถระบุเหตุผลประกอบ ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป หรือข้อโต้แย้งกลับได้
ระดับเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ผู้รับการประเมินสามารถระบุได้ทั้งข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
ระดับจุดยืนที่แตกต่างออกไป	ผู้รับการประเมินสามารถระบุทั้งข้อกล่าวอ้าง เหตุผลประกอบเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง รวมถึงจุดยืนที่แตกต่างออกไปได้
ระดับข้อแย้งเหตุผลของอีกฝ่าย	ผู้รับการประเมินสามารถระบุข้อกล่าวอ้าง เหตุผลประกอบเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เหตุผลประกอบข้อกล่าวอ้างของตน และระบุจุดยืนที่แตกต่างออกไปได้อย่างครบถ้วน

นอกจากนี้หทัยชนก ชนะชัย และคณะ (2559) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการออกเป็น 4 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง ซึ่งพิจารณาจากการมีองค์ประกอบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ ดังแสดงรายละเอียดใน ตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินคุณภาพการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการหทัยชนก ชนะชัย และคณะ (2559)

คุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ	ลักษณะที่ปรากฏ
ดีมาก	นักเรียนสามารถให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการโดยระบุได้ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และข้อโต้แย้งกลับ
ดี	นักเรียนสามารถให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการโดยระบุได้ไม่ครบ 4 องค์ประกอบ โดยที่ขาดองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งไป 1 องค์ประกอบ
พอใช้	นักเรียนสามารถให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการโดยระบุได้ไม่ครบ 4 องค์ประกอบ โดยที่ขาดองค์ประกอบไป 2 องค์ประกอบ
ปรับปรุง	นักเรียนสามารถให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการโดยระบุได้ไม่ครบ 4 องค์ประกอบ โดยที่ขาดองค์ประกอบไป 3 องค์ประกอบ

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่ารูปแบบเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของ หทัยชนก ชนะชัย และคณะ (2559) มีความชัดเจนในเรื่องของระดับคุณภาพของการให้

เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ คือ ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง ซึ่งเป็นระดับที่มีความชัดเจน และเข้าใจได้อย่างชัดเจน ซึ่งสามารถปรับใช้ได้โนบริบทของประเทศไทย ซึ่งเป็นบริบทที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิจัย ทำให้มีความสอดคล้องกับบริบท และสภาพแวดล้อมการจัดการเรียนรู้ของห้องเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย ซึ่งจะช่วยให้ได้ผลของคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้กรอบแนวคิดในเรื่องเกณฑ์การประเมินคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนตามแนวทางของหทัยชนก ชนะชัย และคณะ (2559)

1.5 รูปแบบการวัดและประเมินผลการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ

งานวิจัยที่ผ่านมา มีการวัดและประเมินผลการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการหลากหลายรูปแบบซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามรูปแบบงานวิจัยของนักการศึกษาต่าง ๆ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสรุปรูปแบบการวัดและประเมินผลการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการที่ผ่านมามีดังนี้

1) การประเมินด้วยแบบวัดการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ (Wu and Tsai ,2010; หทัยชนก ชนะชัย และคณะ, 2559; สุรเดช ศรีทา และศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558) มีรูปแบบเป็นคำถามปลายเปิด โดยรูปแบบคำถามปลายเปิดนี้เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้ทำการแสดงความคิดเห็นของตนผ่านรูปแบบคำถามที่เป็นชุดคำถาม 4-5 คำถาม โดยครอบคลุมองค์ประกอบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการทั้ง 4 องค์ประกอบคือ ข้อกล่าวอ้าง (เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และข้อโต้แย้งกลับ ซึ่งการใช้แบบวัดการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการนี้อาจจะใช้ในลักษณะของการวิจัยแบบ quasi-experiment โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน (Wu and Tsai, 2010) หรือรูปแบบการประเมินก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อศึกษาพัฒนาการของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียน

2) การสัมภาษณ์ มีทั้งรูปแบบที่เป็นการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยเป็นการสัมภาษณ์กลุ่ม 2-3 คน โดยใช้เวลาดังกล่าวประมาณ 30-60 นาที (Dawson and Venville, 2009 และการสัมภาษณ์รายบุคคล (Sadler and Zeidler, 2005) นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นผ่านประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มีการบันทึกเสียงไว้ตลอดการสัมภาษณ์ โดยรูปแบบของคำถามมีความสอดคล้องและครอบคลุมองค์ประกอบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ เป็นวิธีที่ได้รู้ความคิดเชิงลึกและธรรมชาติของนักเรียนมากกว่ารูปแบบการใช้แบบวัดการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ โดยในการสัมภาษณ์เพื่อประเมินการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการจะใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากกว่าหนึ่งประเด็นในการวัดและประเมินผล ซึ่งการสัมภาษณ์เหมาะสำหรับกลุ่มที่ศึกษามีขนาดเล็ก

3) ใช้รูปแบบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในการวัดและประเมินผลการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ เนื่องจากการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการเป็นลักษณะในเชิงคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Topçu, 2008) การใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยใช้กรอบแนวคิดของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ การวัดและประเมินผลในลักษณะนี้สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งรูปแบบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ องค์ประกอบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ และคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ

จากรูปแบบที่ผ่านมามีเห็นได้ว่ารูปแบบการวัดและประเมินผลการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการมีหลากหลายรูปแบบแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสภาพของบริบทและขนาดของกลุ่มที่ทำการศึกษ เพื่อความเหมาะสมด้านการใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลและคุณภาพของการวัดและประเมินผล ดังนั้นผู้วิจัยควรเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับบริบทที่ทำการวิจัยและคำนึงถึงขนาดของกลุ่มที่ศึกษาเพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลสามารถ

แสดงออกการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

2.1 ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific Issue) หมายถึง ประเด็นที่มีความสำคัญทางสังคมโดยมีพื้นฐานมาจากวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่ถกเถียงกันในสังคม อันเนื่องมาจากความแตกต่างด้านความคิดเห็น ความเหมาะสมของแนวความคิด กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้มาจากความกังวลเรื่องความปลอดภัยและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสังคมโดยรวม โดยยังไม่มีทางออกหรือข้อสรุปที่ชัดเจน นอกจากนี้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ยังเป็นประเด็นที่ต้องใช้กระบวนการของการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นนั้น ๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผล ประกอบกับความเชื่อส่วนบุคคล เพื่อสร้างข้อกล่าวอ้างที่มีเหตุผลและอยู่ภายใต้กรอบของศีลธรรมจริยธรรมที่ดีในสังคม (Zeidler *et al.*, 2005) เป็นประเด็นที่มีความซับซ้อนและมักพบในสังคมปัจจุบัน (Sadler, 2004)

2.2 ลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1) เป็นประเด็นที่มีความขัดแย้งกันเกี่ยวกับแนวคิด หรือเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในสังคม โดยมักมาจากประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพ ประเด็นทางด้านสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงด้านพันธุศาสตร์ของมนุษย์

2) เป็นประเด็นที่ขาดการสนับสนุนในเรื่องของหลักฐานที่เพียงพอ จึงทำให้ขาดความชัดเจนในแนวทางแก้ไขปัญหาหรือข้อสรุปที่ชัดเจน โดยที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้ทางด้านสังคมมาประยุกต์เข้าด้วยกันเพื่อหาหนทางในการแก้ไขปัญหา นั้น ๆ (ศศิเทพ ปิติพร เทพิน, 2558)

3) เป็นประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อหลากหลายมิติทั้งทางด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ ด้านสุขภาพ รวมไปถึงด้านคุณธรรมจริยธรรมในสังคม โดยส่วนมากของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มักจะเป็นความขัดแย้งกันระหว่างคุณธรรมจริยธรรมและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์

4) เป็นประเด็นที่มีความคิดเห็นของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกันออกไป โดยมีสาเหตุและพื้นฐานมาจากความแตกต่างทางด้านสังคม วัฒนธรรม พื้นฐานทางด้านความคิด และหลักศาสนาของบุคคลนั้น ๆ

5) เป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน โดยที่ประเด็นที่มีความทันสมัย และอยู่ในกระแสสังคม ณ เวลานั้น จะช่วยให้กระตุ้นความสนใจของนักเรียนในการเรียนรู้ผ่านประเด็นดังกล่าวได้

2.4 รูปแบบของการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถทำได้โดยการนำนักเรียนเข้าสู่สถานการณ์เสมือนจริงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทที่ต้องใช้เหตุผล (Zeidler *et al.*, 2005) โดยอาศัยการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จะช่วยพัฒนาคุณธรรมของนักเรียนผ่านมุมมองของนักเรียนเองและสังคม ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการวัดและประเมินผลของการทดสอบ PISA ที่มีความตั้งใจในการให้ความสำคัญของการเตรียมความพร้อมของนักเรียนสู่การใช้ชีวิตจริง การพบเจอสถานการณ์ในสังคมที่ซับซ้อน โดยอาศัยทักษะการรู้วิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผลที่ซับซ้อนและทำความเข้าใจวิทยาศาสตร์เพื่อยึดถือเป็นแนวปฏิบัติในสังคมได้เช่นเดียวกับความมุ่งหวังของการจัดการ

เรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Salder and Zeidler, 2009) ในบริบทของประเทศไทยผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างแนวคิดการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของ กฤติยาณี เจริญลอย (2557) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. **ขั้นจุดประเด็น** คือ การนำข่าวหรือประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นกระแสและกำลังได้รับความสนใจ นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยทำการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตั้งคำถามเพื่อให้เกิดการคิดต่อยอดในคำถามนั้น ๆ

2. **ขั้นท้าทายความคิด** คือ การที่นักเรียนได้ทำการตั้งคำถามที่ตนเองมีความสงสัยจากประเด็นที่ครูได้ยกตัวอย่างในห้องเรียน โดยคำถามจะต้องเกี่ยวข้องกับแนวคิดที่จะทำการจัดการเรียนรู้ โดยครูควรชี้แจงให้นักเรียนหรือคอยรอบความคิดนักเรียนหากนักเรียนมีคำถามที่ไม่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่จะจัดการเรียนรู้

3. **ขั้นวางแผนและค้นหา** คือ ขั้นที่ให้นักเรียนได้ค้นหาและหาคำตอบจากการสืบค้นด้วยตนเอง จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น หนังสือ วารสาร อินเทอร์เน็ต รวมไปถึงการทดลอง โดยครูควรแนะนำในเรื่องของแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และคอยส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันผ่านการค้นคว้าหาคำตอบ

4. **ขั้นนำเสนอด้วยหลักฐาน** คือ ขั้นที่ให้นักเรียนต่างนำเสนอข้อมูลด้วยหลักฐานที่ตนหรือกลุ่มของตนได้หามา เพื่อนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน เพื่ออภิปรายหรือตอบคำถามที่ได้ตั้งขึ้นไว้อย่างมีเหตุและผล โดนครูควรมีบทบาทในการควบคุมชั้นเรียนให้เป็นไปด้วยความสงบและไม่วุ่นวาย

5. **ขั้นประเมิน** คือ ขั้นที่นักเรียนได้ร่วมกันลงข้อสรุปแนวคิดที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ โดยครูควรที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายโดยต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ในการนำเสนอด้วยเพื่อการลงข้อสรุป

นอกจากนี้ในต่างประเทศมีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ทำการสร้างรูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้อย่างมากมาย อาทิ Ratcliffe and Grace (2003), Lewis (2003) และ Eilks (2010) ซึ่งผู้วิจัยจะได้ยกตัวอย่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของ Eilks (2010) เนื่องจากเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับสังคมในยุคปัจจุบันมากที่สุดและมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่น่าสนใจ คือ ให้นักเรียนได้แสดงบทบาทสมมติในประเด็นที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ครั้งนั้น จึงเป็นกิจกรรมที่น่าสนใจที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในห้องเรียนของผู้วิจัยได้ในอนาคต ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. **วิเคราะห์ปัญหา** ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้รับการนำเสนอประเด็นที่น่าสนใจด้วยการเรียนรู้ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นหนังสือพิมพ์ วิทยุทัศน์ หรือสื่ออื่น ๆ ที่นำเสนอข้อเท็จจริงเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น โดยที่จะต้องเป็นประเด็นที่หาข้อยุติไม่ได้ หรือไม่มีคำตอบที่ชัดเจน เพื่อเป็นการสร้างความสนใจในประเด็นเหล่านั้นแก่นักเรียน และนำไปสู่การโต้แย้งและตัดสินใจ

2. **ทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์** ในขั้นนี้ครูจะทำการช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจในประเด็นของวิทยาศาสตร์ที่อยู่ภายในประเด็นสังคมนั้น ๆ

3. **สร้างความสัมพันธ์** หลังจากที่นักเรียนได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในประเด็นนั้นแล้ว นักเรียนจะต้องกลับมาทำความเข้าใจประเด็นทางสังคมที่ครอบคลุมวิทยาศาสตร์อยู่แล้วหาความสัมพันธ์ของทั้งสองสิ่ง

4. การแสดงบทบาทสมมติ โดยมอบหมายงานให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติในการมีส่วนร่วมในการเจรจาเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ บทบาทเหล่านี้อาจอยู่ในหลายรูปแบบ เช่น การแสดงละคร การโต้เถียง หรือการสร้างสื่อเพื่อการนำเสนอเกี่ยวกับประเด็นปัญหาดังกล่าว

5. การสะท้อนความคิด ภายหลังจากการจัดกิจกรรมให้นักเรียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับประสบการณ์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างการตัดสินใจภายใต้หลักของเหตุผลและคุณธรรมจริยธรรม

จากรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทั้งสองแบบที่ได้นำเสนอมาแล้วนั้น จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันในรายละเอียดของการจัดการเรียนรู้อยู่บ้าง คือ ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของกฤติยาณี เจริญลอย (2557) นั้นไม่ได้เน้นให้นักเรียนค้นหาความสัมพันธ์ของประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนหรือครอบคลุมกันอยู่ ถือว่าเป็นสิ่งที่นักเรียนควรที่จะหาความสัมพันธ์นี้เนื่องจากจะทำให้นักเรียนได้เห็นถึงความสำคัญและความเกี่ยวเนื่องของวิทยาศาสตร์และสังคมปัจจุบันอย่างถ้วนถี่ อีกทั้งในขั้นของการนำเสนอด้วยหลักฐานซึ่งมีความเทียบเคียงได้กับขั้นแสดงบทบาทสมมติของ Eilks (2010) โดยมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้มากกว่า อีกทั้งยังเป็นการจำลองสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นในสังคมที่ต้องมีการโต้แย้งอภิปรายถึงข้อดีข้อเสียของการตัดสินใจหรือทางเลือกที่นักเรียนเลือกนั้นจากหลาย ๆ ภาคส่วน จะทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมองที่หลากหลายมิติในการสร้างการตัดสินใจและคำนึงถึงผลกระทบที่จะตามมาจากการเลือกทางนั้นโดยอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์หรือหลักฐานสนับสนุนการตัดสินใจนั้น

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่ารูปแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของ Eilks (2010) มีความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งในเรื่องของสอดคล้องกับลักษณะสำคัญของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และรูปแบบกิจกรรมที่น่าสนใจและดึงดูดใจให้นักเรียนรู้สึกสนุกและมีความสุขที่ได้จากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการแสดงบทบาทสมมติจึงเป็นที่มาที่ผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของ Eilks เนื่องจากมีกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แสดงบทบาทสมมติ และมีความสอดคล้องกับสิ่งที่ผู้วิจัยได้พบจากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเมื่อให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติ พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนุกสนานเมื่อได้ทำกิจกรรม และนักเรียนทุกคนในห้องเรียนให้ความร่วมมือในการตั้งใจที่จะเรียนรู้และมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นได้ อีกทั้งภายหลังจากจัดกิจกรรมครูและนักเรียนมีการสะท้อนความคิดภายใต้การคำนึงถึงหลักคุณธรรมจริยธรรม ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญที่ควรปลูกฝังในนักเรียนในยุคปัจจุบัน อีกทั้งยังเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของ Eilks ส่งเสริมให้นักเรียนจะได้ค้นหาความสัมพันธ์ของสังคมและวิทยาศาสตร์ที่ทับซ้อนกันอยู่ในประเด็นสังคมนั้น ๆ จะทำให้นักเรียนได้เกิดความตระหนักและมองเห็นว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่พบได้ในชีวิตประจำวัน และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

2.5 ข้อพึงระวังในการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1. ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเมือง สังคม จริยธรรม และวัฒนธรรม สุรเดช ศรีทา และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2559 ซึ่งจะต้องใช้ความระมัดระวังในการจัดการเรียนรู้โดยไม่กระทบต่อหลักศีลธรรมและวิถีปฏิบัติของสังคม

2. เนื่องจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่ไม่มีคำตอบชัดเจน ครูผู้สอนควรพึงระวังในการตัดสินคำตอบของนักเรียนเนื่องจากไม่มีคำตอบไหนมีความถูกต้อง หรือผิด แต่ขึ้นอยู่กับหลักฐานและข้อมูลสนับสนุน ซึ่งการตัดสินใจนั้นเป็นเพียงการสร้างตัวเลือกให้แก่สังคมในการนำไปประพฤติปฏิบัติ ครูผู้สอนควรหลีกเลี่ยงการระบุว่าคำตอบใดของนักเรียนถูกหรือผิด เพราะคำตอบสามารถเปลี่ยนแปลงได้ทุกเมื่อเมื่อมีหลักฐานใหม่มาสนับสนุน (Sadler and Zeidler, 2004)

3. ครูส่วนใหญ่เกิดความกังวลเกี่ยวกับการจัดการชั้นเรียน ทำให้ไม่มีเวลาในการเตรียมตัวในการเลือกหัวข้อประเด็นที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ รวมไปถึงครูไม่สามารถที่จะควบคุมการอภิปรายในชั้นเรียนได้เนื่องจากความกังวลในเรื่องของเวลา และความวุ่นวายในชั้นเรียน ครูจึงต้องมีการเตรียมตัวที่ดี และมีวิธีการจัดการชั้นเรียนที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างราบรื่น (Lewis and Leach, 2006)

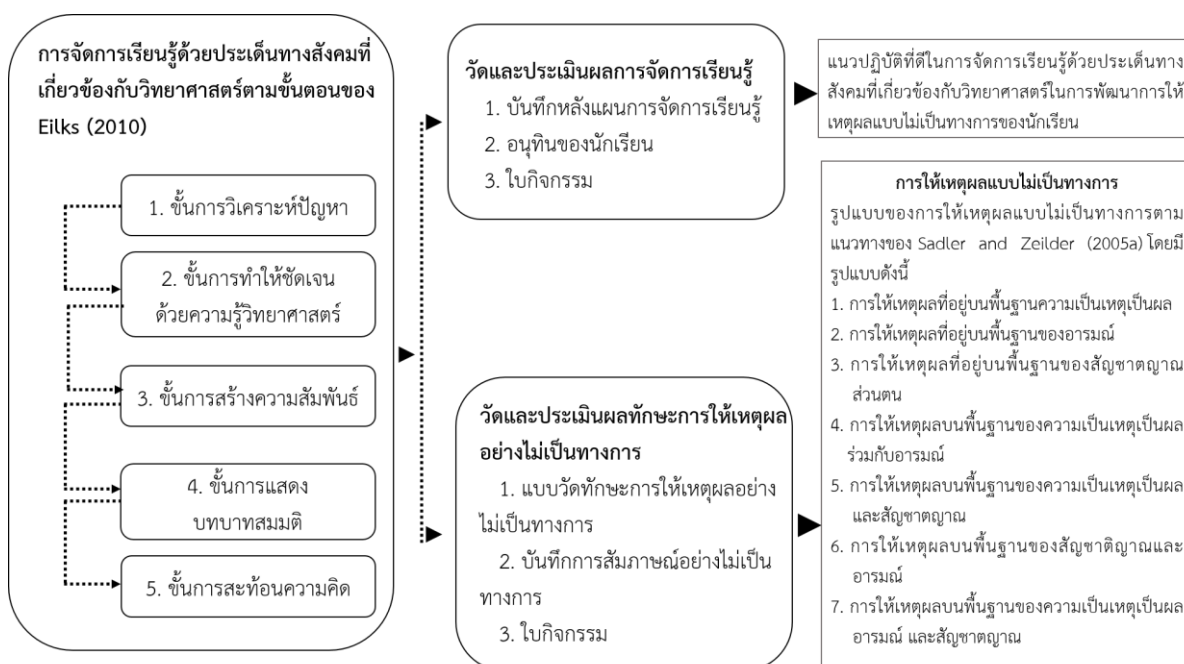
4. ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์บางประเด็นมีความรุนแรง และอาจจะขัดกับหลักของคุณธรรมจริยธรรม เช่น การโคลนนิ่ง การใช้ยีนบำบัด การค้าอวัยวะผิดกฎหมาย ซึ่งในบางครั้งในการอภิปรายครูควรสอดแทรกหลักของคุณธรรมจริยธรรมเพื่อชี้ให้เห็นการคำนึงต่อสังคมควบคู่ไปกับการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และครูจะต้องเตรียมความรู้อื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อการตัดสินใจของนักเรียน (Levinson, 2006)

5. ระบบการประเมินในระดับชาติไม่ได้ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการอภิปรายหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันมากเท่าที่ควร ทำให้นักเรียน ผู้บริหาร หรือครูไม่เห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากนัก (Reis, 2004)

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้กำหนด รูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการออกเป็น 7 รูปแบบตามแนวทางของ Sadler and Zeidler (2005) ประกอบด้วย 1) การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานความเป็นเหตุเป็นผล 2) การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ 3) การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณส่วนตัว 4) การให้เหตุผลบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลร่วมกับอารมณ์ 5) การให้เหตุผลบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลและสัญชาตญาณ 6) การให้เหตุผลบนพื้นฐานของสัญชาตญาณและอารมณ์ 7) การให้เหตุผลบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล อารมณ์ และสัญชาตญาณ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนให้ดีขึ้น โดยที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของ Eilks (2010) ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอนที่มีความสอดคล้องกับลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คือ 1) การวิเคราะห์ปัญหา สอดคล้องกับการนำประเด็นปัญหาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่คาบเรียนแรก 2) การทำให้ชัดเจนด้วยความรู้วิทยาศาสตร์สอดคล้องกับลักษณะที่การที่ครูจะต้องเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างความกระจ่างในเรื่องของวิทยาศาสตร์ที่อยู่ภายในประเด็นปัญหาทางสังคมนั้น ๆ 3) การสร้างความสัมพันธ์ สอดคล้องกับลักษณะครูต้องทำการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์เข้ากับบริบทจริงของนักเรียน 4) การแสดงบทบาทสมมติ สอดคล้องกับการสร้างการมีส่วนร่วมและการแสดงออกของนักเรียนในชั้นเรียนในฐานะพลเมืองที่ดีของสังคม และ 5) การสะท้อนความคิด สอดคล้องกับลักษณะของการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้และ

ทำการศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียน สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อระบุแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

คำถามวิจัย

1. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรมีรูปแบบอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้หรือไม่ อย่างไร

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ (Independent variables) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

ตัวแปรตาม (Dependent variables) ได้แก่ ทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

นิยามศัพท์เฉพาะ

ทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (Informal reasoning skills) หมายถึง การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ คือ กระบวนการในการอธิบายเกี่ยวกับสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน โดยรวมทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ให้เหตุผลเข้าไป โดยคำนึงถึงผลดี ผลเสียที่เกิดขึ้นและการสร้างทางเลือกขึ้นมาเพื่อตัดสินใจโดยสามารถให้หลักฐานสนับสนุนการตัดสินใจในทางเลือกที่สร้างขึ้นได้ ประกอบไปด้วย 7 รูปแบบ คือ

1. การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการโดยอยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ มีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายเหตุผล

2. การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการบนพื้นฐานของอารมณ์ โดยเป็นอารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ ความสงสาร ความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น

3. การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการบนพื้นฐานของสัญชาตญาณ โดยเป็นการตอบสนองทันที แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าที่ตอบสนองอย่างนั้นเพราะเหตุใด

4. รูปแบบที่มีการรวมกันระหว่างความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ และ อารมณ์

5. รูปแบบที่มีการรวมกันระหว่างอารมณ์ และ สัญชาตญาณ

6. รูปแบบที่มีการรวมกันระหว่างสัญชาตญาณ และ ความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์

7. รูปแบบที่มีการรวมกันทั้ง ความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ อารมณ์ และสัญชาตญาณ

คุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการจะพิจารณาจากคุณภาพของการให้องค์ประกอบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 3) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และ 4) ข้อโต้แย้งกลับ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบวัดการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ ที่มีลักษณะของคำถามเป็นแบบคำถามปลายเปิด

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ (SSI – based teaching) หมายถึง การเลือกประเด็นปัญหาที่ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. **ขั้นวิเคราะห์ปัญหา** เป็นขั้นที่นำเสนอประเด็นที่น่าสนใจด้วยสื่อการเรียนรู้ต่าง ที่นำเสนอข้อเท็จจริงเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น โดยที่จะต้องเป็นประเด็นที่หาข้อมูลไม่ได้ หรือไม่มีคำตอบที่ชัดเจน เพื่อเป็นการสร้างความสนใจในประเด็นเหล่านั้นแก่นักเรียน และนำไปสู่การโต้แย้งและตัดสินใจ

2. **ขั้นทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์** เป็นขั้นการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจในประเด็นของวิทยาศาสตร์ที่อยู่ภายในประเด็นสังคมนั้น ๆ

3. **ขั้นสร้างความสัมพันธ์** ขั้นที่นักเรียนจะต้องกลับมาทำความเข้าใจประเด็นทางสังคมที่ครอบคลุมวิทยาศาสตร์อยู่แล้วหาความสัมพันธ์ของทั้งสองสิ่ง

4. **ขั้นการแสดงบทบาทสมมติ** ขั้นที่นักเรียนแสดงบทบาทสมมติในการมีส่วนร่วมในการเจรจาเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ บทบาทเหล่านี้อาจอยู่ในหลายรูปแบบ เช่น การแสดงละคร การโต้วาที หรือการสร้างสื่อเพื่อนำเสนอเกี่ยวกับประเด็นปัญหาดังกล่าว

5. **ขั้นการสะท้อนความคิด** ขั้นที่สะท้อนความคิดเกี่ยวกับประสบการณ์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างการตัดสินใจภายใต้หลักของเหตุผลและคุณธรรมจริยธรรม

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ในหน่วยการ

เรียนรู้เรื่องระบบในร่างกายมนุษย์และหน่วยการเรียนรู้เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยมีวิธีการวิจัย ดังนี้

บริบทของผู้วิจัย

ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนที่ได้รับการบรรจุแต่งตั้งในตำแหน่งครู คศ.1 ที่โรงเรียนดำรงราษฎร์สงเคราะห์ มีประสบการณ์ในการสอนในโรงเรียนแห่งนี้เป็นระยะเวลา 3 ปี โดยได้รับมอบหมายในการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรับผิดชอบสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (วิชาวิทยาศาสตร์กับคอมพิวเตอร์ และวิชาเชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม) กลุ่มห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ นอกจากการสอนในชั้นเรียนผู้วิจัยมีหน้าที่รับผิดชอบเป็นครูประจำชั้นระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บริบทโรงเรียน

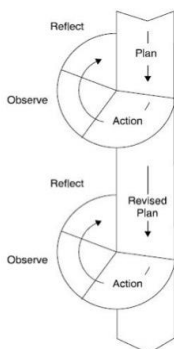
โรงเรียนดำรงราษฎร์สงเคราะห์เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ ประเภทสหศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 36 มีการจัดการศึกษาตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้แบ่งนักเรียนออกเป็นระดับชั้นละ 12 ห้องเรียน โดยประกอบไปด้วย กลุ่มแผนการเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ 3 ห้องเรียน กลุ่มแผนการเรียนห้องเรียนพิเศษภาษาอังกฤษ (MEP) 1 ห้องเรียนและกลุ่มแผนการเรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ห้องเรียน ภายในโรงเรียนประกอบไปด้วยแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่นห้องสมุด ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ห้องปฏิบัติการเคมี และ ห้องปฏิบัติการชีววิทยา โดยอาคารเรียนวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

กลุ่มที่ศึกษา

ผู้วิจัยทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน ที่เรียนในรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 1 และ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งผู้วิจัยการเลือกกลุ่มวิจัยนี้โดยเฉพาะเจาะจง โดยลักษณะของกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนรวมทั้งสิ้น 40 คน เป็นนักเรียนชาย 15 คน นักเรียนหญิง 25 คน ซึ่งนักเรียนมีลักษณะค่อนข้างกระตือรือร้นในการเรียน มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ดี แต่นักเรียนกลุ่มนี้ค่อนข้างขาดการอ่านเหตุผลและการใช้ข้อมูลประกอบการตอบคำถาม มักตอบคำถามเป็นประโยคหรือข้อความสั้น ๆ ไม่อธิบายไม่แสดงข้อมูลสนับสนุนคำตอบของตนเอง

รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยใช้รูปแบบงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) ซึ่งเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้กระบวนการวิจัยที่เป็นวงจรตามรูปแบบของ Kemmis and McTaggart (1998) มีขั้นตอนดำเนินงานทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติงาน (Reflect) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ Kemmis and McTaggart (1998)

1. ขั้ววางแผน (plan)

1.1 ผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมกรรมการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียน นักเรียนมีปัญหาในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการอย่างไรบ้าง

1.2 ผู้วิจัยการศึกษาผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2560 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบในร่างกายมนุษย์ และหน่วยการเรียนรู้เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์

1.3 ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

1.4 ผู้วิจัยทำการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบในร่างกายมนุษย์ และหน่วยการเรียนรู้เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ โดยการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของ Eilks (2010) มี 5 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 2) ขั้นทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์ 3) ขั้นสร้างความสัมพันธ์ 4) ขั้นการแสดงบทบาทสมมติ 5) ขั้นการสะท้อนความคิด ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนที่ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 ใช้จัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 1 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ใช้จัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 การเว้นระยะการจัดการเรียนรู้เพื่อยืนยันผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการได้ โดยมีรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิด	ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้	จำนวนคาบ	หมายเหตุ
1	ระบบทางหายใจ และระบบหมุนเวียนโลหิต	PM 2.5	6	จัดการเรียนรู้ภาคเรียนที่ 1
2	ระบบสืบพันธุ์	การโคลนนิ่ง	4	
3	พลังงานทดแทน	การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์	4	จัดการเรียนรู้ภาคเรียนที่ 2

1.5 ผู้วิจัยทำการสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้ 1) อนุทินของนักเรียน 2) บันทึกลับหลังการจัดการเรียนรู้ 3) ใบกิจกรรม 4) แบบวัดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการในรูปแบบคำถามปลายเปิด

1.6 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ให้ครูที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 5 ปี จำนวน 2 ท่าน และให้ครูที่มีประสบการณ์ในการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

1.7 ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามคำแนะนำแล้วจึงนำไปใช้จริง

2. ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act)

ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานตามแผนที่วางไว้ และได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งมีเพื่อนผู้วิพากษ์ร่วมตรวจสอบการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบและประเมินผลการจัดกิจกรรม ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ใน คาบต่อไป โดยมีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยทำบันทึกข้อความขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อทำการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีการแจ้งรายละเอียดการทำวิจัย จุดประสงค์ของการทำวิจัย และการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2 ผู้วิจัยแจ้งรายละเอียดการทำวิจัยให้นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาทราบ โดยแจ้งว่าข้อมูลการทำวิจัยทั้งหมดจะเป็นความลับ และมีการใช้รหัสแทนนักเรียนแต่ละคน เช่น รหัส 01 แทน นักเรียนคนที่ 1

2.3 ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนที่สร้างขึ้น โดยมอบหมายให้นักเรียนทำใบกิจกรรม และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้

2.4 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยจะให้นักเรียน ทำแบบวัดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วนำผลไปวิเคราะห์ต่อไป

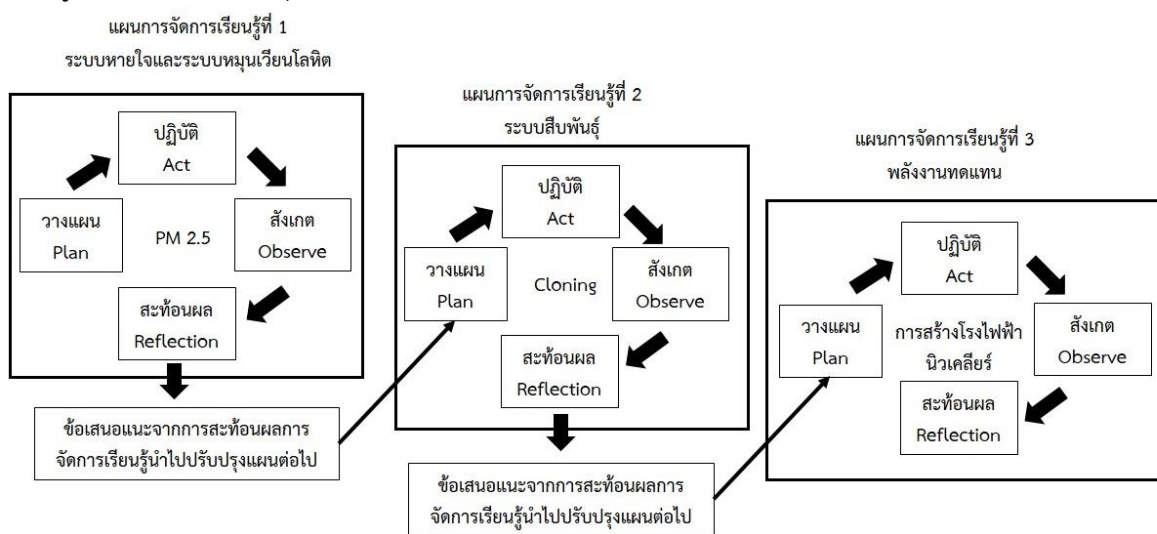
3. ขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยสังเกตและสำรวจตรวจสอบการจัดการเรียนรู้ของตนเอง พร้อมทั้ง พฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนในทุกคาบ เก็บรวบรวมหลักฐานของสิ่งที่เกิดขึ้นในขณะจัดการเรียนรู้ จากนั้นวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนความคิดในขั้นตอนต่อไป

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติงาน (Reflect)

ผู้วิจัยเขียนสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของตนเองลงในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ว่าผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างไร มีปัญหาหรืออุปสรรคใดบ้าง รวมถึงแนวทางการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป โดยดำเนินการต่อเนื่องเป็นวงจรรอบ จากนั้นทำการรวบรวมผลการปฏิบัติงานแล้วสรุปผลแนวปฏิบัติที่ดีในจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ทั้งนี้การปฏิบัติการโดยใช้รูปแบบเป็นวงจร (Kemmis and McTaggart, 1998) ดังกล่าวมีรายละเอียดคือแต่ละวงจรจะเท่ากับแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อนั้น ๆ โดยเมื่อถึงขั้นตอนสุดท้ายของ

วงจรคือการสะท้อนผลจึงนำข้อคิดที่ได้จากการสะท้อนไปปรับปรุงและแก้ไขในวงจรหรือแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป ซึ่งสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ตามวงจรของการวิจัยปฏิบัติการ

เครื่องมือวิจัย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

1.1 อนุทินของนักเรียน ผู้วิจัยใช้อนุทินของนักเรียนในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดย กำหนดหัวข้อการเขียนอนุทินของนักเรียน ได้แก่ สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับเรื่องอื่น ๆ ได้อย่างไร ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ปัญหาหรือข้อซักถามที่นักเรียนสงสัย และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้

1.2 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ในทุกคาบเรียน โดยมีหัวข้อดังนี้ 1) ผลของการจัดการเรียนรู้ 2) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ และ 4) ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

1.3 ใบกิจกรรม ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนทำใบกิจกรรมหรือชิ้นงานระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยใบกิจกรรม มีเนื้อหาหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของกิจกรรมนั้น ๆ เป็นเครื่องมือที่ ผู้วิจัยใช้เพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการจากกิจกรรมการเรียนรู้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

2.1 แบบวัดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการสามารถวัดได้จากการปฏิบัติหรือการร่วมกิจกรรม สามารถวัดและประเมินได้ด้วยการใช้แบบทดสอบความเรียงโดยใช้คำถามปลายเปิด โดยที่แบบวัดจะต้องมีสถานการณ์และข้อมูลเบื้องต้น

เพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงเหตุผล ข้อมูลสนับสนุนเหตุผล และหลักฐานสนับสนุนเหตุผลได้ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบวัดในลักษณะดังกล่าวมาใช้

2.2 แบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการเมื่อนักเรียนตอบคำถามในแบบวัดความสามารถไม่ชัดเจน ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือในการสัมภาษณ์นี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยทำการบันทึกเสียงเพื่อใช้ในการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนในภายหลัง

2.3 ใบกิจกรรม ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนทำใบกิจกรรมหรือชิ้นงานระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยใบกิจกรรม มีเนื้อหาหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของกิจกรรมนั้น ๆ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการจากกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้สนับสนุนการให้เหตุผลของนักเรียนร่วมกับแบบวัดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียนพร้อมทั้งแจ้งรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการและหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและทำงานวิจัย โดยแจ้งวัตถุประสงค์และรายละเอียดของการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

2. ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์และรายละเอียดของการวิจัยให้นักเรียนทราบ เช่น มีการบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ข้อมูลจากการทำกิจกรรมในชั้นเรียนเป็นส่วนหนึ่งที่ใช้ในการทำวิจัย

3. ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน ด้วยการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

4. ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนทำใบกิจกรรม ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบ

5. ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยระบุจุดแข็งและจุดอ่อน ปัญหาหรืออุปสรรค และแนวทางการแก้ไขในประเด็นต่างๆ

6. หลังการจัดการเรียนรู้ครบทุกหัวข้อ ผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนทำแบบวัดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการอีกครั้ง

7. หลังจากนักเรียนทำแบบวัดเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยทำการตรวจคำตอบของนักเรียน โดยหากนักเรียนใดตอบคำถามไม่ชัดเจน ผู้วิจัยจะนัดนักเรียนมาทำการสัมภาษณ์พร้อมบันทึกผลการสัมภาษณ์ นั้น ๆ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

“แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรจะมีรูปแบบอย่างไร”

สำหรับการหา “แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ” ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจาก 1) อนุทินของนักเรียน 2) บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และ 3) ใบกิจกรรม ซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธีการแบบอุปนัย (Inductive analysis) เป็นการ

รวบรวมข้อมูลย่อยหลาย ๆ ส่วนและนำมาสรุปเป็นลักษณะกลุ่มใหญ่เพื่อสรุปหาแนวทางที่เหมาะสมในการปฏิบัติ ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

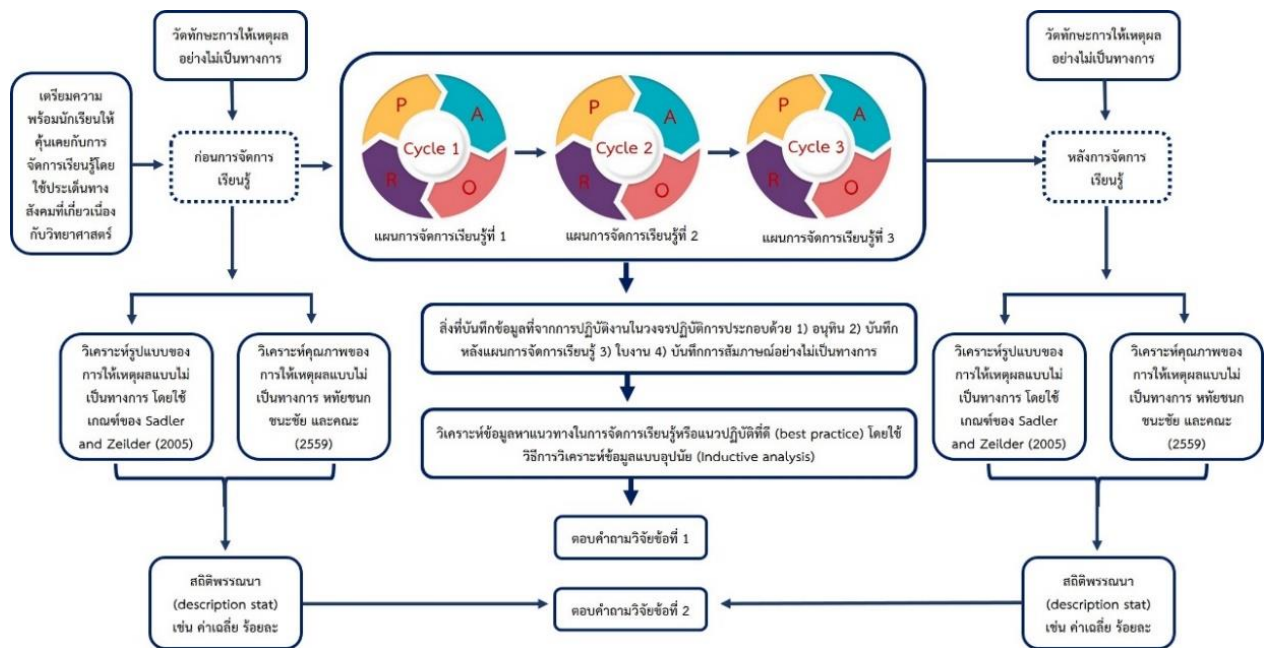
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยในคำถามที่ 2

“การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้หรือไม่ อย่างไร”

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์คำตอบการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนโดยทำการเปรียบเทียบกับ การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนก่อนเรียน โดยทำการวิเคราะห์ผลออกเป็น 2 ลักษณะ คือ รูปแบบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ โดยใช้เกณฑ์ของ Sadler and Zeilder (2005) ซึ่งประกอบไปด้วย 7 รูปแบบ คือ 1) การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานความเป็นเหตุเป็นผล 2) การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ 3) การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณส่วนตัว 4) การให้เหตุผลบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลร่วมกับอารมณ์ 5) การให้เหตุผลบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล และสัญชาตญาณ 6) การให้เหตุผลบนพื้นฐานของสัญชาตญาณและอารมณ์ 7) การให้เหตุผลบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผล อารมณ์ และสัญชาตญาณ

ลักษณะที่สองที่ทำการวิเคราะห์คุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ โดยผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาคุณภาพการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของ หทัยชนก ชนะชัย และคณะ (2559) ซึ่งระบุว่า การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการที่สมบูรณ์และมีคุณภาพจะต้องประกอบไปด้วย 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 3) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป 4) ข้อโต้แย้งกลับ โดยผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับเพื่อนผู้วิพากษ์อีก 1 ท่าน ในการจัดประเภทของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการและตรวจสอบคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียน โดยให้การวิเคราะห์ผลเป็นอิสระต่อกัน หลังจากนั้นจึงนำผลการวิเคราะห์มาอภิปรายร่วมกัน หากผลการวิเคราะห์ที่ได้ที่ปรากฏผลไม่สอดคล้องกัน ผู้วิจัยจะทำการอภิปรายร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปของผลการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องนั้นร่วมกัน เพื่อป้องกันอคติที่อาจเกิดขึ้นได้ในงานวิจัย

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณค่าทางสถิติของนักเรียนที่มีการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการในรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติอย่างง่าย ได้แก่ การหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต เพื่อแสดงอัตราส่วนรูปแบบการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถสรุปวิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 2 ข้อ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์กับวงจรปฏิบัติการได้ดังภาพ 4



ภาพ 4 แสดงความสัมพันธ์และการวิเคราะห์ข้อมูล

คุณภาพของการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้คำนึงถึงคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด และตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยมากที่สุด โดยได้ทำการสร้างความน่าเชื่อถือของเครื่องมือดังนี้

1. ความน่าเชื่อถือ (Credibility)

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้คำนึงถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยทำการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลกับสภาพความเป็นจริงของข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การตรวจสอบเครื่องมือโดยผู้ที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ โดยที่ก่อนเริ่มทำการวิจัยผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัยที่ได้สร้างขึ้นให้ได้ทำการตรวจสอบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทำการวิพากษ์แผนการจัดการเรียนรู้ และก่อนที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ส่งเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการตรวจสอบและวิพากษ์รายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่นเดียวกับขั้นตอนในการวิพากษ์แผนการจัดการเรียนรู้ โดยเมื่อได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญแล้วผู้วิจัยได้ทำการปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามคำแนะนำดังกล่าว ก่อนนำไปใช้งานจริงกับกลุ่มนักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษา และภายหลังที่มีการเก็บข้อมูลเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม และผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการช่วยตรวจสอบความถูกต้องและรายละเอียดของข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

1.2 การตรวจสอบแบบสามเส้า ในการทำวิจัยในครั้งนี้ เป็นรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลหลากหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบวัดการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ อนุทินของนักเรียน แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย เพื่อทำการตรวจสอบหาความถูกต้อง และความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้ว่ามีทิศทางของ

ข้อมูลในรูปแบบเดียวกันหรือไม่ เพื่อให้ได้ข้อมูลในเรื่องของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนที่มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

1.3 การสร้างความคุ้นเคยและการมีส่วนร่วมของนักเรียน เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาสิ่งที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของนักเรียน และทักษะที่เกี่ยวข้องกับด้านจิตใจของนักเรียน การสร้างความคุ้นเคยกับนักเรียนก่อนที่ผู้วิจัยจะเริ่มจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยลดอคติของนักเรียนต่อผู้วิจัย โดยที่ผู้วิจัยได้ทำการจัดกิจกรรมและสร้างความคุ้นเคยกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มศึกษาในช่วงระยะเวลาก่อนที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้นักเรียนมีความคุ้นเคยกับกิจกรรมที่จัดขึ้น และมีความคุ้นเคยกับตัวผู้วิจัย ทำให้นักเรียนเปิดใจที่จะทำการให้ข้อมูลที่เป็นความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่อยู่ภายในจิตใจออกมา และทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนมากยิ่งขึ้น เพื่อให้งานวิจัยครั้งนี้ได้รับข้อมูลที่เป็นการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนใกล้เคียงกับความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนมากที่สุด

2. ความสามารถในการยืนยันข้อมูล (Confirmability)

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้คำนึงถึงหลักฐานที่มาของข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยที่สามารถทำการตรวจสอบได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บรวบรวมหลักฐานที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนตลอดการดำเนินการวิจัย ประกอบไปด้วย แบบวัดการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ อนุทินของนักเรียน แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย เพื่อที่เป็นแหล่งอ้างอิงข้อมูล และการตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อมูลได้อย่างชัดเจน

3. ความไว้วางใจในข้อมูล (Dependability)

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจสอบความไว้วางใจได้ในข้อมูลเพื่อเป็นการยืนยันสิ่งที่ผู้วิจัยได้ตีความจากข้อมูลที่ได้มาจากนักเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย จากการทำแบบวัดการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และจากการบันทึกวีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละคาบเรียน

4. ความสามารถในการนำไปปรับใช้ (Transferability)

ผู้วิจัยได้ทำการบรรยายบริบทของสถานศึกษาที่ใช้ในการวิจัยไว้อย่างละเอียดเพื่อเป็นข้อมูลในการนำงานวิจัยนี้ไปปรับใช้ในงานวิจัยอื่น ๆ ของผู้ที่สนใจ รวมถึงการนำไปปรับใช้ในงานวิจัยอื่น ๆ ที่มีลักษณะของบริบทที่ใกล้เคียงกันเพื่อให้งานวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปปรับใช้ในบริบทที่ใกล้เคียงกับบริบทที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษามากที่สุด

จริยธรรมในการทำวิจัย

ในการวิจัยนี้ได้คำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมในการวิจัยตามระเบียบวิธีวิจัยทุกประการ โดยจะทำการขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียนในการทำวิจัยในชั้นเรียนและการเก็บรวบรวมข้อมูล เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ที่มีการศึกษาในมนุษย์ จึงมีความอ่อนไหวในเรื่องของคุณธรรมจริยธรรมที่ผลการวิจัยหรือขั้นตอนการวิจัยบางประการอาจจะส่งผลกระทบต่อกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นทำการวิจัยและเก็บข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้จะทำการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่มีความสมัครใจที่จะให้ข้อมูล และจะใช้สัญลักษณ์ นร. แทนชื่อของนักเรียนที่ให้ข้อมูลและ ตามด้วยตัวเลขลำดับของการให้ข้อมูล เช่น นร.01 หมายถึงนักเรียนคนที่1 ที่ให้ข้อมูล เพื่อป้องกันปัญหาหรือผลกระทบที่อาจเกิดจากการให้ข้อมูลของนักเรียนในอนาคต

ผลการวิจัย

คำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรมีรูปแบบอย่างไร

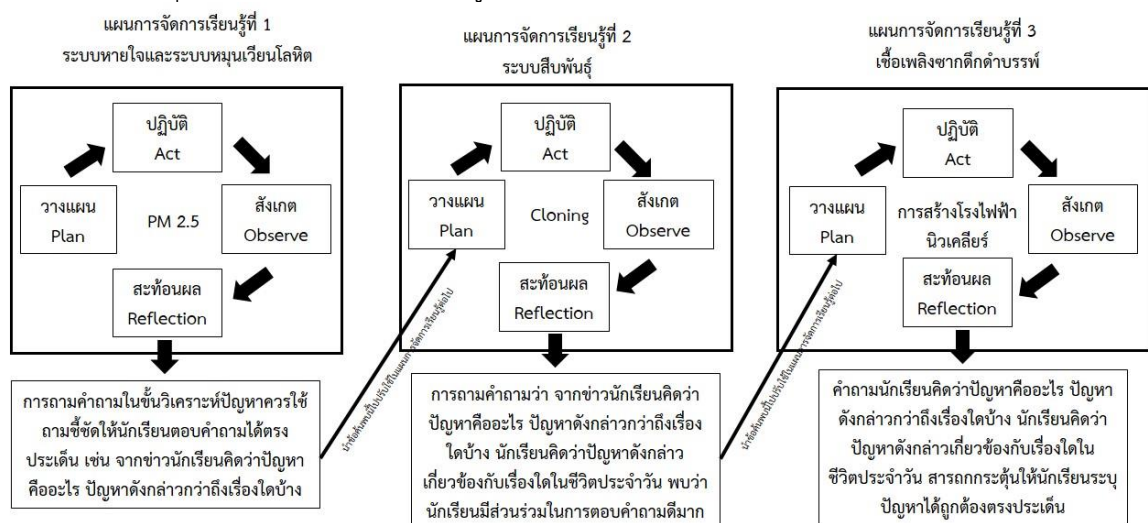
ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องระบบในร่างกายมนุษย์และสัตว์ ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ของ Eilks (2010) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) ชั้นวิเคราะห์ปัญหา 2) ชั้นทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์ 3) สร้างความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์ที่อยู่ภายใต้ประเด็นนั้น 4) ชั้นแสดงบทบาทสมมติ และ 5) ชั้นสะท้อนความคิด เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล อนุทินของนักเรียน ใบกิจกรรมและบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยได้ค้นพบแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนดังนี้

1) **ชั้นวิเคราะห์ปัญหา** จากการจัดการเรียนรู้ผ่านการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ การใช้สื่อวีดิทัศน์ ภาพข่าว หรือสถานการณ์ ร่วมกับการใช้คำถามแบบไล่เรียงสามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจสภาพปัญหา สามารถระบุได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นได้ โดยตัวอย่างคำถามที่ดีที่ช่วยให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาได้คือ

“จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนคิดว่าปัญหานั้นคืออะไร”

“นักเรียนคิดว่าปัญหาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้างในชีวิตประจำวัน”

จากคำถามดังกล่าวมีการชี้ชัดว่าคำถามมุ่งให้นักเรียนตอบคำถามอย่างไร โดยคำถามที่ใช้ข้อความที่ง่าย กระชับ และตรงประเด็นทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามมากขึ้น ซึ่งคำถามที่ได้จากข้อค้นพบนี้ถูกนำไปใช้ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ และพบว่าคำถามนี้สามารถทำให้นักเรียนระบุปัญหาได้ถูกต้องและตรงประเด็น นอกจากนี้การถามคำถามโดยให้นักเรียนสนใจและมีส่วนร่วมมากขึ้นครูมีบทบาทที่สำคัญ คือ การบันทึกคำตอบของนักเรียนบนกระดานเพื่อให้นักเรียนได้เห็นคำตอบที่หลากหลาย จากคำตอบที่บันทึกนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมสรุปคำตอบร่วมกันว่าประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร จากข้อค้นพบสามารถสรุปกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา

2) **ขั้นทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์** ในขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ใช้การอภิปรายกลุ่มใหญ่ร่วมกันทั้งห้องในช่วงต้น เพื่อให้นักเรียนทั้งห้องเข้าใจเหมือนกันถึงเป้าหมายในการอภิปราย ภายหลังจากอภิปรายกลุ่มใหญ่เน้นการอภิปรายกลุ่มย่อยตามกลุ่มที่นั่งของนักเรียนเองซึ่งนักเรียนได้ค้นหาข้อมูลต่างๆ โดยการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้พบว่า การใช้คำถามนำการอภิปราย คำถามที่ใช้นั้นต้องเป็นคำถามปลายเปิดให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์และหาคำตอบ จากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้คำถามที่ดีที่ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายที่ดีมีดังนี้

“นักเรียนคิดว่า PM 2.5 คืออะไร” คำถามนี้ต้องการให้นักเรียนอภิปรายร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม ถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของ PM 2.5

“นักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาฝุ่น PM 2.5 ในปัจจุบัน” คำถามนี้ให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเพื่อคิดหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น คำถามนี้ดีมากเนื่องจากเป็นคำถามที่ฝึกให้นักเรียนฟังความคิดเห็นจากเพื่อนเมื่อเพื่อเสนอเหตุผลที่แตกต่างจากของตน ซึ่งทำให้เห็นบรรยากาศการโต้แย้ง และยอมรับเหตุผลของกันและกัน

ข้อค้นพบจากวงจรวิจัยปฏิบัติการรอบที่ 1 การใช้คำถามเพื่อให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์มีดังต่อไปนี้

“นักเรียนคิดว่า PM 2.5 มีผลกระทบต่อร่างกายอย่างไร” คำถามนี้กระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันและประเมินความสามารถเชื่อมโยงประเด็นไปยังแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แนวคิดใดบ้าง จากคำถามนี้พบว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็น PM 2.5 ได้หลายประเด็น โดยนักเรียนตอบว่าแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับประเด็น PM 2.5 เกี่ยวกับระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ระบบภูมิคุ้มกัน เป็นต้น จากคำตอบของนักเรียนนำไปสู่การถามคำถามประเด็นต่อไป

“นักเรียนคิดว่า PM 2.5 เข้าสู่ร่างกายได้อย่างไร” คำถามนี้เป็นคำถามต่อเนื่องจากคำถามก่อนหน้าคำถามว่า นักเรียนคิดว่า PM 2.5 มีผลกระทบต่อร่างกายอย่างไร เป็นคำถามที่ให้นักเรียนจัดลำดับความคิดและให้นักเรียนสามารถเรียงลำดับการเข้าสู่ร่างกายผ่านอวัยวะได้บ้าง จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนสามารถเรียงลำดับการเข้าสู่ร่างกายของ PM 2.5 ได้ โดยนักเรียนเรียงลำดับผ่านการวาดภาพหรือผ่านการเขียนซึ่งนักเรียนระบุได้ว่า PM 2.5 เข้าทางจมูก ผ่านเข้าสู่โพรงจมูก ผ่านหลอดลม เข้าสู่ปอด ผ่านถุงลม เข้าสู่หลอดเลือด จากนั้นผ่านเข้าสู่หัวใจโดยเข้าหัวใจด้านบนซ้าย ผ่านลิ้นหัวใจ ผ่านหัวใจห้องล่างขวา และถูกสูบฉีดไปยังอวัยวะต่างๆทั่วร่างกาย เช่น ตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ ตามเซลล์ประสาทต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งคำถามนี้เป็นคำถามแบบชี้ชัดให้นักเรียนระบุหรืออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ามาอธิบาย แนวคิดหลักที่นำมาใช้ในการอธิบายที่สำคัญ คือ ระบบหายใจและระบบหมุนเวียนโลหิต

“นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด กรุงเทพมหานคร และภาคเหนือจึงได้รับผลกระทบจาก PM 2.5 มากกว่าภาคอื่น ๆ ของประเทศไทย” คำถามนี้เป็นอีกคำถามที่ดีที่ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์เชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นโดยมุ่งเน้นให้นักเรียนใช้ลักษณะทางภูมิศาสตร์มาอธิบายร่วมด้วย เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดเรื่องสภาพอากาศและบรรยากาศตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่ง

พบว่านักเรียนสามารถใช้แนวคิดลักษณะทางภูมิศาสตร์มาใช้ตอบคำถามได้โดยนักเรียนตอบว่าในเขตกรุงเทพมหานครเป็นแหล่งที่ประชาชนอาศัยอยู่มาก มีการก่อสร้างต่าง ๆ มากมายทำให้มีฝุ่นในปริมาณที่มากตามได้ด้วยและมีตึกสูง ทำให้การเคลื่อนผ่านกระแสลมมีน้อยทำให้อากาศไม่ไหลเวียน ทางภาคเหนือมีการเผาจากภาคการเกษตรค่อนข้างมากประกอบกับภาคเหนือเป็นพื้นที่มีลักษณะคล้ายแอ่งกระทะ ทำให้การพัดพาของกระแสลมได้ไม่ดีเท่าที่ควรและอยู่ไกลจากทะเลความชื้นในอากาศมีน้อยทำให้ปัญหาหมอกมากกว่าทางภาคใต้ ภาคใต้ไม่ได้รับผลกระทบจากปัญหา PM 2.5 เนื่องจากเป็นพื้นที่ติดชายทะเลมีลมสุ่มที่เกิดขึ้นได้เร็วกว่าทางภาคเหนือ อีกทั้งเมื่อฝนตกความชื้นในอากาศมีมากทำให้ไม่ได้รับผลกระทบจาก PM 2.5 คำถามนี้นักเรียนมีแนวคิดและมีความคิดเห็นที่แตกต่างกันมากทำให้นักเรียนเกิดการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มได้ดี ได้เห็นบรรยากาศการยอมรับความเห็นของนักเรียนที่มีความเห็นต่างกันและสุดท้ายนำมาสู่การได้ข้อสรุปร่วมกัน

“นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใด PM 2.5 มีผลกระทบในช่วงเดือนมกราคม – เดือนมีนาคมของทุกปี” คำถามนี้เป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ถึงปัจจัยต่างๆที่ทำให้เกิดปัญหาของ PM 2.5 ที่เกิดขึ้นและพบมากในช่วงเดือนมกราคม – เดือนมีนาคม แต่ในช่วงอื่น ๆ ของปีมีผลกระทบน้อยมาก จากคำถามนี้พบว่า นักเรียนวิเคราะห์และตอบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงเดือนมกราคม – เดือนมีนาคม เนื่องจากสภาพอากาศที่แห้ง ความชื้นในอากาศมีน้อยและไม่มีการพัดพาฝุ่นที่สะสมในอากาศออกไปบริเวณอื่นๆ ประกอบกับช่วงเดือนมกราคม – เดือนมีนาคม มีการเผาพื้นที่ทางการเกษตรเพื่อปลูกข้าวโพด ถั่วเหลือง หรือพืชผักชนิดอื่น ๆ ทำให้ปริมาณฝุ่นสะสมในอากาศยิ่งมากขึ้นและสูงกว่าช่วงอื่น ๆ ของปี จากการตอบคำถามของนักเรียนจะเห็นได้ว่า คำถามที่ดีและคำถามที่ง่ายต่อการเข้าใจไม่ใช่ภาษาทางการมากนักจะทำให้นักเรียนตอบคำถามได้ดีและกล้าที่ตอบคำถามและอธิบายเหตุผลของตนเองได้ดี

“นักเรียนคิดว่านักเรียนจะแก้ปัญหา PM 2.5 อย่างยั่งยืนได้อย่างไร” นอกจากการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายเพื่อให้นักเรียนใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วอีกคำถามหนึ่งที่ให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น คือ การระบุแนวทางการแก้ไขปัญหา การป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในฐานะที่นักเรียนเป็นพลเมืองคนหนึ่งที่ได้รับผลกระทบ จากข้อคำถามนี้พบว่า นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหาไปในทิศทางเดียวกัน คือ การรณรงค์และการปลูกจิตสำนึกในการรับผิดชอบต่อส่วนร่วม การงดเผาแบบจริงจัง มีมาตรการหรือกฎหมายที่จัดการอย่างเด็ดขาด การเพิ่มพื้นที่ป่าหรือพื้นที่สีเขียวในแหล่งชุมชน การปรับเปลี่ยนทัศนคติที่มีต่อการเผาวัชพืชเพื่อกำจัดหรือเป็นธาตุอาหารโดยการเพิ่มมูลค่าให้กับสิ่งที่เหลือใช้เพื่อลดการเผา เช่น การนำซังข้าวโพดมาทำปุ๋ยหมัก การฟางข้าวมาทำเครื่องจักสาน เป็นต้น การใช้คำถามนี้มีความความเป็นอยู่อย่างยังเป็นการฝึกความรับผิดชอบต่อส่วนรวม คือ นักเรียนมีเหตุผล มีความคิดเป็นของตนเอง ต่อปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหา สิ่งที่เขาไม่ได้ คือ ต้องฝึกให้นักเรียนระบุทางออกหรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาไปด้วย

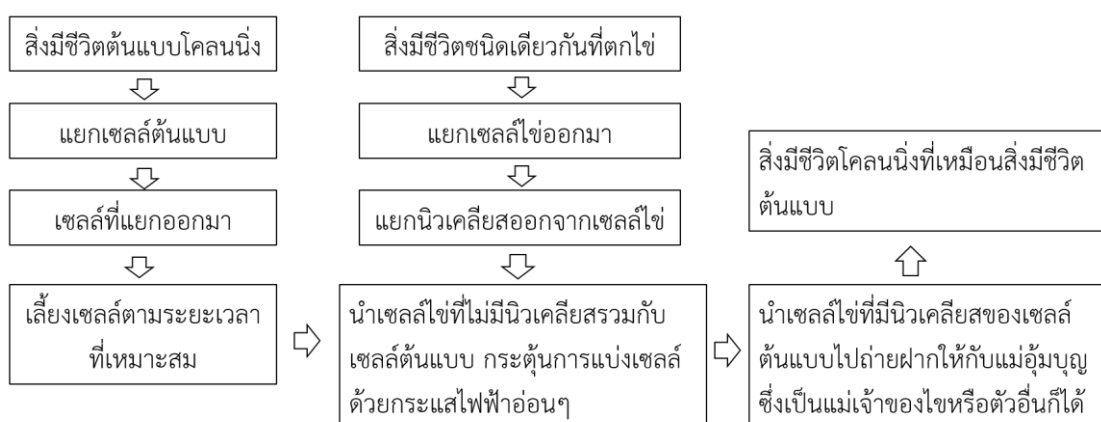
ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็น PM 2.5 ในชั้นทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์ การใช้คำถามที่ชี้ชัดเพื่อให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันจากกลุ่มใหญ่และอภิปรายกลุ่มย่อยในภายหลังโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายปัญหาจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนโลหิตที่คงทนและมีแนวคิดที่ถูกต้อง นอกจากการอธิบายด้วยความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ในขั้นนี้นักเรียนต้องตระหนักและรับผิดชอบต่อการตอบคำถามหรือการอภิปรายของตนเอง โดยนักเรียนต้องหาทางออกหรือระบุแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ จากข้อค้นพบในแผนการจัดการเรียนรู้ก็นำไปสู่การปรับปรุง และพัฒนาข้อคำถามในการจัดการเรียนรู้ในประเด็นต่อไป คือ ต้องใช้คำถามที่อธิบายด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และต้องระบุแนวทางหรือการแก้ไขปัญหาพร้อมด้วย

จากข้อค้นพบจากวงจรวิจัยปฏิบัติการรอบที่ 1 การอภิปรายกลุ่มใหญ่ และให้นักเรียนแยกอภิปรายกลุ่มย่อยตามกลุ่มที่นักเรียนเลือก ร่วมกับการใช้คำถามแบบชี้ชัด กระชับ เข้าใจง่ายทำให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นได้ โดยการวิจัยปฏิบัติการรอบที่ 1 ใช้ประเด็นการโคลนนิ่ง มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์ พบว่าการใช้คำถามที่กระชับและตรงประเด็น ทำให้นักเรียนนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายประเด็นที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ โดยคำถามที่ใช้กระตุ้นนักเรียนให้เกิดการอภิปรายและเกิดการอธิบายโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

“จากประเด็นการโคลนนิ่งนักเรียนคิดว่า การโคลนนิ่งคืออะไร” จากคำถามนี้พบว่า นักเรียนเข้าใจกระบวนการโคลนนิ่งโดยนักเรียนระบุว่า การโคลนนิ่ง คือ การทำให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ที่มีลักษณะพันธุกรรม และลักษณะภายนอกเหมือนกับต้นฉบับ การโคลนนิ่ง คือ การคัดลอกต้นฉบับให้ออกมาใหม่ การโคลนนิ่ง คือ การย้ายนิวเคลียสจากเซลล์ร่างกายและใส่เข้าไปแทนที่นิวเคลียสในเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียกระตุ้นให้แบ่งตัวและให้แม่อุ้มบุญทำหน้าที่ตั้งท้องเป็นต้น นอกจากนี้การอธิบายความหมายของการโคลนนิ่งนักเรียนสามารถยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการโคลนนิ่ง เช่น ลูกแกะดอลลี่ ลิงแสม ชี้อ จงจง จากการใช้คำถามข้างต้นสามารถช่วยให้นักเรียนค้นหาคำตอบและอธิบายความหมายของการโคลนนิ่งได้ชัดเจนและตามความเข้าใจของนักเรียนได้

“กระบวนการโคลนนิ่งสามารถทำได้อย่างไร” ต่อจากคำถามที่ 1 สู่คำถามที่ 2 ที่มีความชัดเจนและตรงประเด็นเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องการโคลนนิ่งมาอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นโดยพบว่าคำถามนี้เป็นคำถามที่ดี และตรงประเด็นทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเกิดการสืบค้นข้อมูลและอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและสรุปกระบวนการโคลนนิ่งได้ โดยนักเรียนสรุปกระบวนการโคลนนิ่งดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กระบวนการการโคลนนิ่ง

“นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงมีการโคลนนิ่งเกิดขึ้น” คำถามนี้เป็นคำถามที่ดี เพื่อใช้กระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานในเรื่องของการโคลนนิ่งแตกต่างกัน ทำให้คำตอบที่ได้จากแต่ละกลุ่มมีความหลากหลาย เช่น นักเรียนบางคนคิดว่าเหตุผลที่มีการโคลนนิ่งเพื่อทำให้สิ่งมีชีวิตที่สูญพันธุ์ไปแล้วกลับมามีชีวิตอีกครั้ง โคลนนิ่งเพื่อเหตุผลทางการแพทย์ โคลนนิ่งเพื่อป้องกันการสูญพันธุ์ของสัตว์หลายชนิด แต่จากการสังเกตในชั้นเรียนมีนักเรียนหลายกลุ่มมีการคัดค้านการตอบคำถามของเพื่อนโดยเหตุผลที่นักเรียนมีการโต้แย้งกันมาก คือ การโคลนนิ่งเพื่อทำให้สิ่งมีชีวิตที่สูญพันธุ์ไปแล้วกลับมามีชีวิตอีกครั้ง ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนพูดถึง คือ ไดโนเสาร์ แต่มีสมาชิกในกลุ่มคัดค้านโดยให้เหตุผลว่าการโคลนนิ่งต้องอาศัยเซลล์ต้นแบบ เอามาจากไหนซึ่งเซลล์ต้นแบบต้องมีความสมบูรณ์ และต้องอาศัยแม่อุ้มบุญ ซึ่งในการโคลนนิ่งไดโนเสาร์เป็นไปได้ยากมากเพราะไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไปมากกว่า 70 ล้านปีแล้ว เซลล์ที่ถูกเก็บไว้ในอำพัน ก็ไม่สามารถยืนยันความสมบูรณ์ของเซลล์ต้นแบบได้ จากการโต้แย้งด้วยเหตุผลของนักเรียนในการอภิปรายกลุ่มย่อยจะเห็นได้ว่านักเรียนมีการแสดงเหตุผลหลักฐานสนับสนุนเหตุผลและการโน้มน้าวเพื่อนในกลุ่มให้เกิดการคล้อยตามได้

“นักเรียนคิดว่ามีการโคลนนิ่งมีข้อดี - ข้อเสียอย่างไร” นอกจากนักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการการโคลนนิ่งแล้วสิ่งสำคัญที่นักเรียนต้องเรียนรู้ คือ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายถึงข้อดี - ข้อเสียของกระบวนการโคลนนิ่ง โดยพบว่า นักเรียนมีความเห็นเกี่ยวกับข้อดีของกระบวนการโคลนนิ่ง คือ การโคลนนิ่งช่วยป้องกันการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่หายากได้ การโคลนนิ่งช่วยรักษาพันธุกรรมที่ดีของสิ่งมีชีวิตได้ การโคลนนิ่งสามารถช่วยการปลูกถ่ายอวัยวะใหม่ให้กับผู้ป่วยลดความเสี่ยงในการต่อต้านชิ้นส่วนอวัยวะใหม่ที่ปลูกถ่ายกับคนไข้ได้ นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถระบุข้อเสียของการโคลนนิ่ง ซึ่งประกอบด้วย การโคลนนิ่งทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมไม่ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม การพัฒนาสายพันธุ์ที่ดีมีน้อยลงเพราะลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่โคลนนิ่งขึ้นมีลักษณะเหมือนกับสิ่งมีชีวิตต้นกำเนิดทั้งหมด อาจส่งผลทำให้มีวิวัฒนาการลดลงเนื่องจากสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการโคลนนิ่งไม่ผ่านการคัดเลือกทางพันธุกรรม ขาดความเหมาะสมในเรื่องจริยธรรมโดยเฉพาะการโคลนนิ่งมนุษย์เพื่อการปลูกถ่ายอวัยวะ เพราะมนุษย์ที่ถูกโคลนนิ่งขึ้นมาเมื่อถูกนำอวัยวะไปปลูกถ่ายให้กับต้นแบบแล้ว มนุษย์ที่โคลนนิ่งขึ้นมาก็ต้องขาดอวัยวะนั้นไปซึ่งสุดท้ายก็ต้องเสียชีวิตไปและอวัยวะอื่นๆจะถูกนำไปขายซึ่งทำให้เกิดการค้าอวัยวะมนุษย์ขึ้นซึ่งเป็นเรื่องที่ขัดต่อจริยธรรม จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถทั้งข้อดีและข้อเสียของการโคลนนิ่งได้ เมื่อนักเรียนสามารถระบุข้อดีข้อเสียได้นักเรียนจะสามารถตัดสินใจเลือกรับข้อมูลอยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลได้

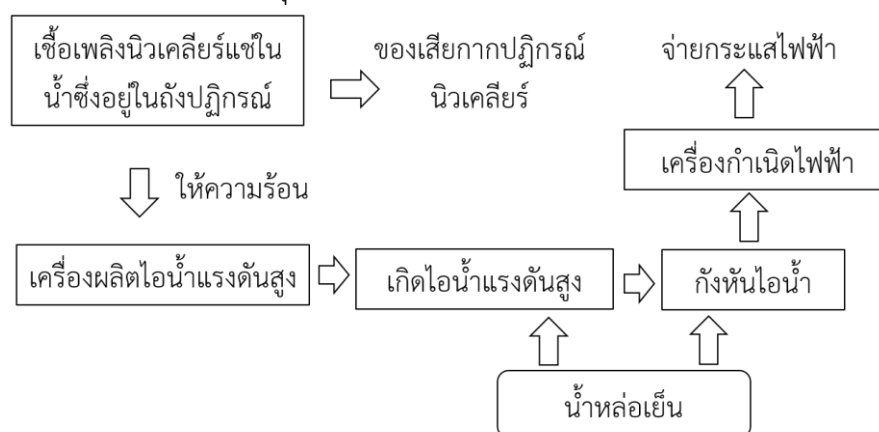
จากข้อค้นพบจากวงจรวิจัยปฏิบัติการรอบที่ 2 พบว่า การอภิปรายกลุ่มใหญ่ และแยกอภิปรายกลุ่มย่อยตามกลุ่มที่นักเรียนเลือก ร่วมกับการใช้คำถามแบบชี้ชัด กระชับ เข้าใจง่ายทำให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และข้อค้นพบอีกประการคือ หากประเด็นที่ใช้มีความเกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของนักเรียน ข้อคำถามควรระบุข้อดี ข้อเสีย ของประเด็นนั้นๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถตัดสินใจและยอมรับข้อมูลต่าง ๆ ได้

จากข้อค้นพบจากวงจรวิจัยปฏิบัติการรอบที่ 1 และรอบที่ 2 นำไปสู่การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เนื้องจรวิจัยปฏิบัติการรอบที่ 3 ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในรอบที่ 3 นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 เนื่องจากผู้วิจัยต้องการเว้นระยะห่างเพื่อยืนยันข้อค้นพบที่ได้จากวงจรวิจัยปฏิบัติการรอบที่ 1

และรอบที่ 2 ที่พบว่าการอภิปรายกลุ่มใหญ่ร่วมกับอภิปรายกลุ่มย่อยสามารถช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเพื่อทำให้เกิดความชัดเจนในประเด็นที่กำหนดให้ได้ จากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายสถานการณ์ได้และนักเรียนยอมรับฟังเหตุผลของสมาชิกในกลุ่มที่มีความเห็นแตกต่างจากตนเองได้ โดยคำถามที่ใช้ให้นักเรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันและใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายมีดังนี้

“นักเรียนคิดว่าโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ คืออะไร” จากข้อคำถามนี้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ คือ โรงไฟฟ้าที่ใช้แหล่งความร้อนจากปฏิกิริยาการแตกตัวของนิวเคลียร์ โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเกิดจากการนิวเคลียสของอะตอมของธาตุแตกตัวออกเป็นส่วนเล็กๆ สองส่วนกลายเป็นธาตุใหม่ พร้อมทั้งปลดปล่อยอนุภาคนิวตรอนและพลังงานจำนวนหนึ่งออกมา ข้อคำถามนี้พบว่านักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและสรุปความหมายและความเข้าใจเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ได้

“นักเรียนคิดว่าโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มีกระบวนการอย่างไร” จากข้อคำถามนี้ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการในโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์จากการอภิปรายในชั้นเรียนสามารถสรุปคำตอบของนักเรียนได้ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

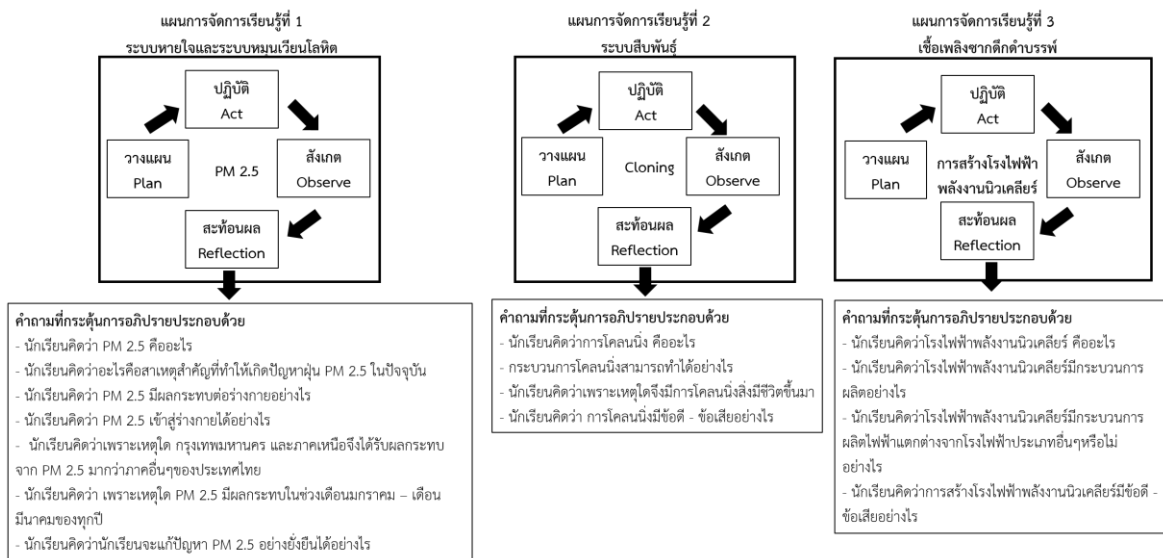
จากภาพที่ 7 เห็นได้ว่านักเรียนสามารถแสดงกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ได้ โดยนักเรียนระบุว่า ความร้อนจากพลังงานนิวเคลียร์ทำให้น้ำเดือดเกิดไอน้ำปริมาณมากที่มีแรงดันสูง โดยไอน้ำแรงดันสูงไปหมุนกังหันไอน้ำซึ่งเชื่อมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นถูกส่งออกไปตามแหล่งต่างๆ และในขณะที่น้ำเดือดมีความร้อนสูง โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มีระบบหล่อเย็นเพื่อปรับอุณหภูมิไม่ให้สูงจนเกินไป นอกจากนี้เตาปฏิกรณ์ที่เป็นแหล่งความร้อนมีระบบรัดกุมและมีความปลอดภัยสูงเนื่องจากของเสียที่เกิดจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มีปริมาณกัมมันตรังสีที่สูง

“นักเรียนคิดว่าโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มีกระบวนการผลิตไฟฟ้าแตกต่างจากโรงไฟฟ้าประเภทอื่นๆหรือไม่อย่างไร” จากคำถามนี้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตกระแสไฟฟ้าในรูปแบบอื่นๆ ประกอบ เช่น โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ โรงไฟฟ้าพลังงานลม โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งนักเรียนได้ใช้ความรู้เรื่องพลังงานทดแทนมาใช้อธิบายเพื่อเปรียบเทียบ โดยผู้วิจัยพบว่า กระบวนการในโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แตกต่างจากโรงไฟฟ้าประเภทอื่น ๆ เนื่องจากอาศัยปฏิกิริยานิวเคลียร์ในการให้ความร้อน และมีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยของเสียนั้นเป็นสารกัมมันตรังสี แต่โรงไฟฟ้าประเภทอื่น ๆ ไม่มี

ของเสียที่เป็นสารกำมันตรังสีเกิดขึ้น นอกจากนี้โรงไฟฟ้าทุกประเภทเหมือนกัน คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเปลี่ยนรูปพลังงานให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งโรงไฟฟ้าทุกประเภทต้องมี

“นักเรียนคิดว่าการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มีข้อดี - ข้อเสียอย่างไร” เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ จะช่วยให้นักเรียนสามารถระบุข้อดีข้อเสียจากการอภิปรายร่วมกันได้ ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนระบุข้อดีของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ คือ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ในปริมาณมาก ๆ เป็นพลังงานที่ปราศจากแก๊สเรือนกระจก ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาภาวะโลกร้อน ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเกิดฝนกรด เช่นเดียวกับโรงไฟฟ้าประเภทอื่น เช่น โรงไฟฟ้าถ่านหิน เป็นต้น นอกจากนี้นักเรียนระบุข้อเสียของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ คือ การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ใช้งบประมาณมากโดยเฉพาะงบประมาณด้านการรักษาความปลอดภัย เกิดของเสียที่เป็นสารกำมันตรังสีซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์เสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งและโรคอื่น ๆ เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่ใช้แล้วสามารถนำไปผลิตอาวุธนิวเคลียร์ได้ จากคำตอบนักเรียนจะเห็นได้ว่าเมื่อนักเรียนอธิบายกระบวนการในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ได้ นักเรียนจะสามารถระบุข้อดีและข้อเสียจากการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ได้

จากผลการวิจัยข้างต้นแนวทางการจัดการเรียนรู้ขั้นต้นทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์ ควรใช้การอภิปรายกลุ่มใหญ่เพื่อให้นักเรียนทั้งห้องเรียนร่วมกันอภิปรายตามข้อคำถามต่าง ๆ จากนั้นให้นักเรียนนั่งตามกลุ่มที่นักเรียนเลือกด้วยตนเองกลุ่มละ 4 – 5 คนอภิปรายกลุ่มย่อยโดยใช้ข้อคำถามเดียวกัน โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบดังกล่าวสามารถช่วยให้นักเรียนอธิบายและทำให้เกิดความชัดเจนด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ซึ่งสรุปดังภาพที่ 8



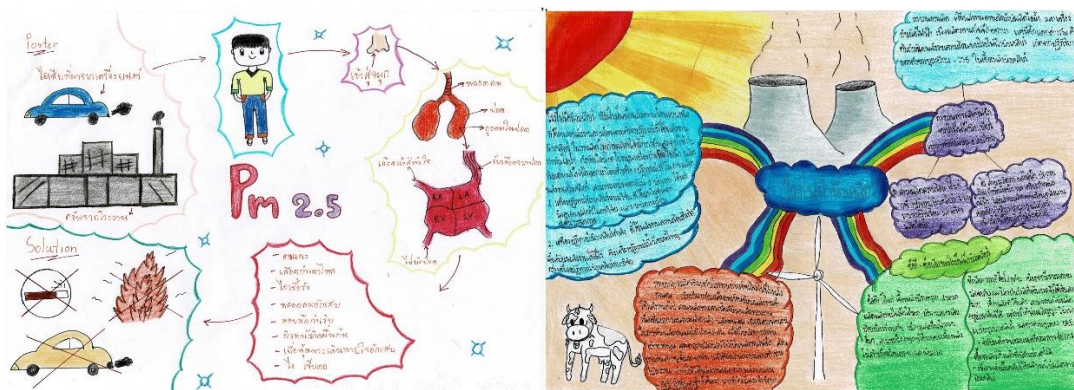
ภาพที่ 8 สรุปคำถามกระตุ้นทำให้เกิดการอภิปรายในชั้นเรียน

3) **ขั้นสร้างความสัมพันธ์** ในขั้นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นปัญหาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้มีรูปแบบในการจัดกิจกรรมที่เหมือนกัน คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายลงในกระดาษแผ่นใหญ่ (ภาพที่ 8) ภายหลังจากนักเรียนสรุปเนื้อหาลงในกระดาษแผ่นใหญ่เรียบร้อยแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานของตนเองไปติดไว้รอบ ๆ ห้องเรียน นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินชมผลงานของกลุ่มอื่นๆ จนครบทุกกลุ่ม จากนั้นนักเรียนแต่ละคนนำกระดาษสีไปติดโปสเตอร์ที่

นักเรียนคิดเห็นว่าเป็นโปสเตอร์ที่ดีที่สุด โดยพบว่า โปสเตอร์ที่ได้รับการติดกระดาษสีมากที่สุดเป็นผลงานที่สรุปประเด็นจากการอภิปรายโดยทำเป็นแผนภาพที่เข้าใจง่าย มีรายละเอียดประกอบด้วย ความหมายของประเด็นที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ อธิบายความหมายโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระบุข้อดีข้อเสียที่ช่วยประกอบการตัดสินใจ พร้อมระบายสีเพื่อสร้างจุดเด่นในจุดที่ต่อกรเน้นย้ำ จากนั้นนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปข้อค้นพบจากการอภิปรายร่วมกัน โดยนักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความคิดด้วยตัวนักเรียนเอง (ภาพที่ 9) ซึ่งการใช้กิจกรรมกลุ่มร่วมกันสรุปประเด็นจากการอภิปราย ร่วมกับการศึกษาผลงานของกลุ่มอื่น ๆ ที่ได้ข้อสรุปแตกต่างจากกลุ่มของตนเอง และเขียนข้อสรุปหรือข้อค้นพบด้วยตนเอง สามารถช่วยให้นักเรียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้



ภาพที่ 9 กิจกรรมขึ้นสร้างความสัมพันธ์ด้วยกระบวนการกลุ่ม



ภาพที่ 10 ตัวอย่างข้อสรุปรายบุคคล

4) **ชั้นการแสดงผลบาทสมมติ** ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ใช้ในการฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการได้ครบทุกองค์ประกอบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ในการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ ครูมีบทบาทสำคัญ คือ กระตุ้นให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม จากการวิเคราะห์ท่อนุทินของนักเรียนพบว่า นักเรียนต้องการให้ครูผู้สอนใช้เกม หรือใช้เทคโนโลยีที่แปลกใหม่ทำท่ายความสามารถนักเรียนมาร่วมใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีมาใช้ในชั้นการแสดงผลบาทสมมติประกอบด้วย HP Reveal, Flipgrid และ Minecraft Education Edition ซึ่งพบว่าเทคโนโลยีที่นำมาใช้กระตุ้นให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมมากขึ้นและทำให้ผู้เรียนใส่ใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งรายละเอียดผลการจัดกิจกรรมมีดังนี้

ข้อค้นพบจากวงจรวิจัยปฏิบัติการรอบที่ 1 การแสดงบทบาทสมมติผู้ประกาศข่าวนำเสนอข่าวเกี่ยวกับสถานการณ์ PM 2.5 ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชัน HP Reveal และ Flipgrid สามารถช่วยให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติได้ดี โดยแนวทางการจัดการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้มือถือสแกนรหัสสลับที่ครูแจกให้ผ่านแอปพลิเคชัน HP Reveal เมื่อสแกนนักเรียนจะได้รับคำสั่งในการทำกิจกรรมคำสั่งคือ “ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกวีดิทัศน์ความยาวไม่น้อยกว่า 3 นาที ผ่านการแสดงบทบาทสมมติเป็นผู้ประกาศข่าว หรือผู้ดำเนินรายการโทรทัศน์ นำเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ของ PM 2.5 และส่งผลงานของกลุ่ม

ใน แอปพลิเคชัน Flipgrid ” จากการจัดกิจกรรมนี้พบว่า ในการนำเสนอข่าวของนักเรียนยังคงติดขัดเล็กน้อย และนักเรียนค่อนข้างเขินอายที่จะพูดนำเสนอเนื่องจากเป็นครั้งแรกที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติ นักเรียนสามารถนำเสนอประเด็น PM 2.5 ที่ส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและระบบหมุนเวียนโลหิตได้ รวมทั้งนำเสนอแนวทางในการป้องกันตนเองหรือหลีกเลี่ยงการได้รับผลกระทบจาก PM 2.5 ซึ่งกิจกรรมนี้สะท้อนได้ว่านักเรียนนำความรู้จากการเรียนรู้ชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 3 มาปรับใช้แสดงบทบาทสมมติ และนำเสนอข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ไม่นำเสนอข้อมูลโดยใช้อารมณ์หรือความรู้สึกของตนเองเป็นหลัก จากการวิเคราะห์ข้อมูลอนุทินของนักเรียนพบว่า การใช้แอปพลิเคชัน Flipgrid ช่วยให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงออกมากขึ้นและนักเรียนสามารถเตรียมวีดิทัศน์ได้หลายครั้งก่อนที่จะส่งงาน ทำให้ผลงานที่นักเรียนส่งมีคุณภาพมากขึ้น แต่ยังพบว่าการใช้แอปพลิเคชัน HP Reveal มีข้อจำกัด คือนักเรียนต้องติดตั้งแอปพลิเคชันและต้องกดติดตามผู้สร้างรหัสสลับก่อนจึงสามารถใช้งานได้ และการสแกนรหัสสลับต้องสแกนหลายครั้งจึงจะเห็นคำสั่ง และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เคยใช้แอปพลิเคชัน HP Reveal มาก่อนทำให้ใช้เวลาในการอธิบายการใช้งานที่มาก ตัวอย่างข้อเสนอแนะการจัดการเรียนรู้จากอนุทินของนักเรียนมีดังนี้

นักเรียน 01 : เป็นการเรียนที่แปลกใหม่ดีค่ะ ตื่นเต้นที่ครูให้ใช้แอปพลิเคชันใหม่ๆ ทำให้หนูกล้าพูดกล้าแสดงออกมากขึ้นค่ะ

นักเรียน 02 : ดีมากเลยค่ะการใช้แอปพลิเคชัน Flipgrid สามารถทำให้เราส่งงานตอนไหนก็ได้ หนูตัดต่อวีดีโอเสร็จแล้วค่อยส่งงานในแอปฯ ได้เลยค่ะ สะดวกมากๆ

นักเรียน 03 : ครูนำเทคโนโลยีมาใช้ดีมากเลยค่ะ ควรให้ใช้บ่อยๆนะค่ะ แต่หนูว่าการใช้แอปพลิเคชัน HP reveal ค่อนข้างยากค่ะครูซับซ้อนกว่าจะสแกนได้นานเลยคะแต่ก็ตื่นเต้นดีนะคะที่มันแดงออกมาเลย

จากข้อเสนอแนะของนักเรียนทำให้ผู้วิจัยนำไปปรับใช้ในวงจรวิจัยปฏิบัติการรอบที่ 2 โดยเน้นการใช้แอปพลิเคชัน Flipgrid เนื่องจากเป็นแอปพลิเคชันที่สะดวกสำหรับนักเรียนและใช้งานง่าย นักเรียนสามารถทำงานและส่งงานได้ตลอด นักเรียนสามารถบันทึกวีดิทัศน์ก่อนส่งงานได้หรือนักเรียนสามารถบันทึกวีดิทัศน์ผ่านแอปพลิเคชันได้

ข้อค้นพบจากวงจรวิจัยปฏิบัติการรอบที่ 2 การแสดงบทบาทสมมติในประเด็น การโคลนนิ่ง โดยให้นักเรียนสมมติเป็นทีมนักวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดเห็นต่อการโคลนนิ่ง จากการจัดกิจกรรมพบว่า นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น นักเรียนพูดนำเสนอประเด็นปัญหาการโคลนนิ่ง กระบวนการการโคลนนิ่ง พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของการโคลนนิ่งได้ ซึ่งการจัดกิจกรรมในวงรอบที่ 2 การมอบหมายคำสั่งในการทำกิจกรรมนักเรียนเข้าดูคำสั่งในแอปพลิเคชัน Flipgrid ได้โดยตรงและนักเรียนสามารถกำหนดระยะเวลาในการส่ง

งานได้ด้วยตนเอง ซึ่งในวงรอบนี้นักเรียนกำหนดระยะเวลาในการบันทึกวิดิทัศน์ด้วยตัวนักเรียนเอง จากการวิเคราะห์หอนูทินของนักเรียนที่แสดงความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่านักเรียนชื่นชอบการจัดกิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติ ที่ให้นักเรียนแสดงบทบาทต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจบทบาทที่ตนเองได้รับผิดชอบ อีกทั้งการส่งงานสะดวกเพราะส่งงานผ่านแอปพลิเคชัน นักเรียนไม่เขินอายเหมือนการนำเสนอข้อมูล นำเสนองานหรือแสดงบทบาทสมมติหน้าชั้นเรียน นักเรียนต้องการให้ครูผู้สอนใช้เทคโนโลยีมากขึ้น ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ ด้วยโดยเฉพาะในหน่วยการเรียนรู้ที่ไม่ได้ทำการทดลอง ตัวอย่างหอนูทินของนักเรียนที่ให้ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

นักเรียน 04 : กิจกรรมครุดีมากเลยคะ ให้สมมติตัวเองเป็นนักวิทยาศาสตร์ ทำให้หนูรู้สึกเหมือนเป็นนักวิทยาศาสตร์จริง ๆ ตอนอธิบายกระบวนการโคลนนิ่ง ถึงจะตื่นเต้นแต่มั่นใจมากที่ครูให้ส่งงานผ่านแอฟคะ

นักเรียน 05 : หนูชอบการเรียนรู้แบบนี้คะ อยากให้วิชาอื่น ๆ สอนแบบนี้บ้าง ครูให้ทำอะไรแปลกใหม่ตื่นเต้นตลอดคะ แต่ถ้ามีแอฟอื่น ๆ อีกก็ดีคะ มีเกมบ้างก็ได้คะตื่นเต้นดี

นักเรียน 06 : หนูตื่นเต้นเวลานำเสนองานหน้าชั้นเรียนทำให้พูดไม่ออกคะ แต่อัดวิดีโอนำเสนอแล้วส่งแบบนี้ดีคะ เวลาพูดผิดหนูก็อัดใหม่แล้วค่อยส่งคะ

จากข้อเสนอแนะของนักเรียนการใช้การแสดงบทบาทสมมติรวมกับการใช้แอปพลิเคชันในการส่งงานทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดี แต่ยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมคืออยากให้ครูใช้เกมร่วมด้วย ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะนี้ไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมในวงรอบที่ 3 ที่เน้นการใช้เกมเข้าร่วมการจัดกิจกรรม

ข้อค้นพบจากวงจรวิจัยปฏิบัติการรอบที่ 3 ใช้ประเด็นการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะในหอนูทินของนักเรียนที่ต้องการให้ครูใช้เกมร่วมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการนักเรียนว่า นักเรียนเคยเล่นเกมใดบ้าง จากคำตอบของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เคยเล่นเกมชื่อ Minecraft ผู้วิจัยได้ศึกษาเกม Minecraft จากการศึกษาแบบ Minecraft ที่เหมาะสมกับนักเรียน คือ Minecraft Education Edition ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 3 รวมกับการใช้ Minecraft Education Edition ผู้วิจัยได้สร้างสถานีการเรียนรู้รูปแบบห้องลับให้นักเรียนค้นหาคำสั่งในการทำกิจกรรม โดยมีหลายห้องให้นักเรียนค้นหา แต่มีเพียงห้องเดียวที่ซ่อนรหัสลับไว้ หากนักเรียนกลุ่มใดหาห้องลับเจอและได้รหัสลับซึ่งเป็นคำสั่งกิจกรรม นักเรียนกลุ่มนั้นสามารถควบคุมการจัดกิจกรรมในห้องเรียนได้ ผู้วิจัยแสดงตัวอย่างการสร้างสถานีการเรียนรู้แสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 11 สถานีการเรียนรู้โดย Minecraft Education Edition

เมื่อนักเรียนเจอห้องที่ซ่อนคำสั่งไว้โดยคำสั่งแจ้งนักเรียนว่า “ให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติการได้วาทีในญัตติ “ชีวิตจะดีถ้ามีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์”กลุ่มที่ได้คำสั่งนี้ นักเรียนมีสิทธิ์ในการแบ่งทีมใหม่โดยมี

นักเรียนทั้งหมด 4 ทีม ทีมละ 10 คน และสามารถแบ่งให้ทีมใดเป็นฝ่ายเสนอผู้ตัดสินและฝ่ายใดเป็นฝ่ายค้านก็ได้ให้นักเรียนที่ได้คำสั่งนี้คุณคือผู้ที่แข็งแกร่งและคุณคือผู้คุมเกม” หลังจากที่ได้คำสั่งนักเรียนจัดกิจกรรมการโต้วาทีในญาติติที่ว่า ชีวิตจะดีถ้ามีรังไฟฟ้านิวเคลียร์ ซึ่งพบว่า กิจกรรมการโต้วาทีเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ตีมากที่สุดที่ช่วยพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนได้ครบทุกองค์ประกอบ คือ นักเรียนมีข้ออ้างของตนเอง นักเรียนมีเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างของตนเอง และนักเรียนสามารถแสดงหลักฐานสนับสนุนเหตุผลของตนเอง อีกทั้งนักเรียนต้องคาดคะเนข้ออ้างของฝ่ายตรงข้ามและเหตุผลของเขา เพื่อให้ทีมของนักเรียนมีการโต้แย้งกลับ เพื่อให้ผู้เข้าฟังการโต้วาทีเกิดการคล้อยตามหรือเชื่อกลุ่มนักเรียนได้

ดังนั้นการจัดกิจกรรมในชั้นแสดงบทบาทสมมติ การแสดงบทบาทเป็นผู้จัดรายการโทรทัศน์ และการโต้วาที สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการได้โดยเฉพาะกิจกรรมการโต้วาที เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาองค์ประกอบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการที่ใช้เทคโนโลยีเช่น flipgrid และ Minecraft Education Edition สามารถกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการเรียนและมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้นเนื่องจากตอบสนองความต้องการของผู้เรียนและเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ในการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะ Minecraft Education Edition นักเรียนให้ความสนใจมากเนื่องจากทำท้าทายความสามารถของนักเรียนทำให้นักเรียนตื่นตัวที่จะเรียนรู้ตลอดเวลา

5) **ขั้นการสะท้อนความคิด** ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญเนื่องจากเป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องสรุปองค์ความรู้ทั้งหมดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแนวทางที่เหมาะสมที่สามารถให้นักเรียนสรุปแนวทางในการจัดการเรียนรู้ได้ คือ การใช้ใบงานแบบมีข้อคำถามซึ่งข้อคำถามนั้นต้องสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 รอบการเรียนรู้พบว่า เมื่อใช้ใบงานที่เป็นข้อคำถามนักเรียนสามารถประมวลความรู้จากกิจกรรมได้ดีนักเรียนสามารถสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และแนวทางการแก้ไขปัญหาต่อประเด็นปัญหานั้นได้อย่างเหมาะสมดังภาพที่ 12

ภาพที่ 12 ตัวอย่างการประมวลความรู้โดยใช้ใบกิจกรรม

ข้อสรุปจากวงจรวิจัยปฏิบัติการรอบที่ 1 – 3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรีรูปแบบคือ 1) ให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหาผ่านการใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ 2) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นผ่านการอภิปรายกลุ่มใหญ่ร่วมกับการอภิปรายกลุ่มย่อยโดยใช้คำถามแบบชัดเจนและเป็นคำถามปลายเปิด 3) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ควรใช้การสรุปประเด็นลงกระดาษแผ่นใหญ่ภายในกลุ่มย่อย และสรุปความองค์ความรู้ของตนเอง 4) การแสดงบทบาทสมมติผ่านการจัดรายการโทรทัศน์และการโต้ว่าที่ ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชัน Flipgrid และ Minecraft Education Edition สามารถช่วยให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติได้ดีและสามารถพัฒนาองค์ประกอบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการได้ 5) การสะท้อนความคิดผ่านการใช้ใบกิจกรรมช่วยให้นักเรียนประมวลองค์ความรู้ที่นักเรียนเรียนรู้จากกิจกรรมได้ดี

คำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้หรือไม่อย่างไร

ผู้วิจัยวิเคราะห์ คำตอบจากแบบวัดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยขอเสนอผลการศึกษาเป็น 2 ประเด็นคือ 1) รูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียน และ 2) คุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนโดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 รูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีรูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ โดยการให้เหตุผลบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลร่วมกับอารมณ์สูงกว่าการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์

จากแบบวัดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการชุดที่ 1 ใช้ประเด็นการฉีดละอองน้ำลดปัญหา PM 2.5 ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีรูปแบบการให้เหตุผลการบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลร่วมกับอารมณ์ การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณ คิดเป็นร้อยละ 65.00, 15.00, 12.50 และ 7.50 ตามลำดับ ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีรูปแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น คิดเป็นร้อยละ 92.50 แต่ยังคงพบว่า มีนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50 ยังคงมีการให้เหตุผลบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลร่วมกับอารมณ์

จากแบบวัดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการชุดที่ 2 ใช้ประเด็นถึงโคลนนิ่งก้าวสู่มนุษย์โคลนนิ่ง พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีรูปแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลร่วมกับอารมณ์ การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของอารมณ์คิดเป็นร้อยละ 67.50, 25.00 และร้อยละ 7.50 ตามลำดับ ซึ่งภายหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่า การให้เหตุผล

ที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น คิดเป็นร้อยละ 95.00 และยังพบว่า นักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5 มีรูปแบบการให้เหตุผลบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลร่วมกับอารมณ์

จากแบบวัดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการชุดที่ 3 การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีรูปแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลร่วมกับอารมณ์ และการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ คิดเป็นร้อยละ 80.00, 17.50 และ 2.50 ตามลำดับ ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจำนวน 40 คนคิดเป็นร้อยละ 100 มีรูปแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ โดยโดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนและร้อยละของรูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียน

รูปแบบการให้เหตุผล อย่างไม่เป็นทางการ	จำนวนนักเรียน (ค่าร้อยละ)					
	ประเด็นการฉีดยาฉีดลดขนาด ปัญหา PM 2.5		ประเด็นลิงโคลนนิ่งกวาง มนุษย์โคลนนิ่ง		การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงาน นิวเคลียร์ในประเทศไทย	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. การให้เหตุผลที่อยู่บน พื้นฐานของความเป็นเหตุ เป็นผลทางวิทยาศาสตร์	5 (12.50)	37 (92.50)	27 (67.50)	38 (95.00)	32 (80.00)	40 (100.00)
2. การให้เหตุผลที่อยู่บน พื้นฐานของอารมณ์	6 (15.00)	-	3 (7.50)	-	1 (2.50)	-
3. การให้เหตุผลที่อยู่บน พื้นฐานของสัญชาตญาณ	3 (7.50)	-	-	-	-	-
4. การให้เหตุผลบน พื้นฐานของความเป็น เหตุเป็นผลร่วมกับ อารมณ์	26 (65.00)	3 (7.50)	10 (25.00)	2 (5.00)	7 (17.50)	-
5. การให้เหตุผลบน พื้นฐานของความเป็น เหตุเป็นผลและ สัญชาตญาณ	-	-	-	-	-	-
6. การให้เหตุผลบน พื้นฐานของสัญชาติ ญาณและอารมณ์	-	-	-	-	-	-
7. การให้เหตุผลบน พื้นฐานของความเป็น เหตุเป็นผล อารมณ์ และสัญชาตญาณ	-	-	-	-	-	-

จากตารางที่ 7 พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนได้ โดยรูปแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละรอบของการวิจัยปฏิบัติการจะเห็นว่าจำนวนนักเรียนที่ให้เหตุผลที่มีรูปแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์

เพิ่มขึ้น โดยประเด็นการฉีดละอองน้ำลดปัญหา PM 2.5 นักเรียนที่ให้เหตุผลที่มีรูปแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 92.50 ประเด็นลิงโคลนนิ่งก้าวสู่มนุษย์โคลนนิ่งนักเรียนที่ให้เหตุผลที่มีรูปแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 95.00 และการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทยนักเรียนจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100 สามารถให้เหตุผลที่มีรูปแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ได้

ตัวอย่างการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์

คำถาม : นักเรียนว่านักเรียนคิดเห็นอย่างไรต่อการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น PM 2.5

นักเรียน 07: ไม่เห็นด้วยกับการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น PM 2.5 เนื่องจากละอองน้ำที่ฉีดพ่นมีขนาดใหญ่เกินไปไม่สามารถดักจับฝุ่นที่มีขนาดเล็กมากมีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร และละอองน้ำกระจายตัวได้ปริมาณที่จำกัดจึงไม่สามารถดักจับหรือแก้ปัญหาฝุ่น PM 2.5 ได้

คำถาม : นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ที่จะมีการโคลนนิ่งมนุษย์

นักเรียน 07 : ไม่เห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์ เนื่องจากการโคลนนิ่งมนุษย์เพื่อเอาอวัยวะหรือชิ้นส่วนอวัยวะไปใช้ในการรักษาความผิดปกติของมนุษย์ต้นแบบ เพื่อลดความเสี่ยงหรือปัญหาการต่อต้านการปลูกถ่ายอวัยวะบริจาคจากคนอื่น ๆ ของร่างกาย เมื่อมนุษย์ที่โคลนนิ่งขึ้นถูกนำอวัยวะออกไปมนุษย์ที่ถูกโคลนนิ่งก็ต้องตายไป

คำถาม : นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ที่จะมีการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย

นักเรียน 07 : ไม่เห็นด้วยกับการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทยเนื่องจากการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เกิดของเสียจากเตาปฏิกรณ์ซึ่งเป็นสารกัมมันตรังสีซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกายและจัดเป็นสารก่อมะเร็ง

ตัวอย่างการให้เหตุผลบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลร่วมกับอารมณ์

คำถาม : นักเรียนว่านักเรียนคิดเห็นอย่างไรต่อการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น PM 2.5

นักเรียน 08: เห็นด้วยกับการฉีดพ่นละอองน้ำเนื่องจากละอองน้ำช่วยจับฝุ่นละออง จะเห็นได้ว่าเมื่อฝนตกจะไม่มีฝุ่น อากาศก็ดีปริมาณฝุ่นก็ลดลง

คำถาม : นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ที่จะมีการโคลนนิ่งมนุษย์

นักเรียน 08 : ไม่เห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์ เพราะการโคลนนิ่งมนุษย์คือการทำให้มนุษย์ที่มีลักษณะเหมือนกับต้นแบบ ลักษณะต่างๆเหมือนกันดังนั้นเมื่อโตขึ้นจะไม่สามารถแยกได้ว่าอันไหนต้นแบบอันไหนที่มาจากการโคลนนิ่ง

คำถาม : นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ที่จะมีการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย

นักเรียน 08 : ไม่เห็นด้วยกับการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แม้ว่าโรงไฟฟ้านี้จะทำให้ได้กระแสไฟฟ้าในปริมาณที่มากแต่มันก็อันตรายต่อสุขภาพของเรา และคนไทยเราไม่มีความรับผิดชอบมากพออาจทำให้เกิดอันตรายและมีผลกระทบร้ายแรงได้

ตัวอย่างการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของอารมณ์

คำถาม : นักเรียนว่านักเรียนคิดเห็นอย่างไรต่อการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น PM 2.5

นักเรียน 11 : ไม่เห็นด้วย เพราะละอองน้ำมันไม่สามารถจับฝุ่นได้ฝุ่นมันมีขนาดเล็กมากๆ เห็นเจ้าหน้าที่ฉีดพ่นน้ำตามถนนฝุ่นก็ไม่เห็นลดลง

คำถาม : นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ที่จะมีการโคลนนิ่งมนุษย์

นักเรียน 11: ไม่เห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์ เพราะเมื่อมนุษย์โคลนนิ่งจะทำให้เกิดการค้ำอวัยวะของมนุษย์โคลนนิ่งได้

คำถาม : นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ที่จะมีการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย

นักเรียน 11 : เห็นด้วย เพราะทุกวันนี้ค่าไฟแพงมาก การมีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์อาจทำให้ค่าไฟถูกลงได้

ตัวอย่างการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณ

คำถาม : นักเรียนว่านักเรียนคิดเห็นอย่างไรต่อการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น PM 2.5

นักเรียน 12 : ไม่เห็นด้วย เพราะการฉีดพ่นน้ำทุกวันนี้ปัญหาฝุ่นละอองไม่เห็นฝุ่น PM 2.5 ไม่สามารถลดลงได้

ตอนที่ 2 คุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

จากการวิเคราะห์การตอบคำถามของนักเรียนผู้วิจัยพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ระดับคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการอยู่ในระดับดีมาก สูงกว่าก่อนเรียน โดยพบว่าจากการใช้ประเด็นการฉีดละอองน้ำลดปัญหา PM 2.5 ก่อนเรียนระดับคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนอยู่ในระดับดี ระดับพอใช้ และระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 52.50, 37.50, และ 10.00 ตามลำดับ โดยภายหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถพัฒนาระดับคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการอยู่ในระดับดีมากสูงขึ้น โดยอยู่ในระดับดีมาก ระดับดี และระดับพอใช้คิดเป็นร้อยละ 82.50, 15.00 และ 2.50 ตามลำดับ

จากประเด็นถึงโคลนนิ่งก๊อสู่มนุษย์โคลนนิ่ง พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการอยู่ในระดับดีมากและระดับดีคิดเป็นร้อยละ 77.50 และ 22.50 ตามลำดับ โดยภายหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนนักเรียนสามารถพัฒนาระดับคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการอยู่ในระดับดีมากสูงขึ้น โดยอยู่ในระดับดีมาก และระดับดี คิดเป็นร้อยละ 95.00 และ 5.00 ตามลำดับ

จากประเด็นการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทยพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการอยู่ในระดับดีมากและระดับดี คิดเป็นร้อยละ 90.00 และ 10.00 ตามลำดับโดยภายหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนร้อยละ 100 สามารถพัฒนาระดับคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการอยู่ในระดับดีมาก รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 จำนวนและร้อยละของคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียน

ระดับคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ	จำนวนนักเรียน (ค่าร้อยละ)					
	ประเด็นการฉีดละอองน้ำลดปัญหา PM 2.5		ประเด็นถึงโคลนนิ่งก๊อสู่มนุษย์โคลนนิ่ง		การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ระดับดีมาก	4 (10.00)	33 (82.50)	31 (77.50)	38 (95.00)	36 (90.00)	40 (100.00)
ระดับดี	21 (52.50)	6 (15.00)	9 (22.50)	2 (5.00)	4 (10.00)	-
ระดับพอใช้	15 (37.50)	1 (2.50)	-	-	-	-
ระดับปรับปรุง	-	-	-	-	-	-

จากตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์นักเรียนสามารถพัฒนาในระดับคุณภาพการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนและ สูงขึ้นเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ในประเด็นใหม่ โดยตัวอย่างคุณภาพการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ มีที่ วิเคราะห์จากแบบวัดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ในประเด็น การฉีดละอองน้ำลดปัญหา PM 2.5

คุณภาพการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ระดับ ดีมาก เป็นระดับที่นักเรียนสามารถให้เหตุผลที่มี องค์ประกอบครบทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ 1)ช้อกล่าวอ้าง 2) เหตุผลสนับสนุนช้อกล่าวอ้าง 3) ข้อโต้แย้งที่ ต่างออกไป 4) ข้อโต้แย้งกลับ

คำถาม : นักเรียนว่านักเรียนคิดเห็นอย่างไรต่อการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น PM 2.5

นักเรียน 07: ไม่เห็นด้วยกับการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น PM 2.5 (ช้ออ้าง)

คำถาม : นักเรียนมีเหตุผลใดที่สนับสนุนคำตอบในช้อที่ 1

นักเรียน 07: เนื่องจากละอองน้ำที่ฉีดพ่นมีขนาดใหญ่เกินไปไม่สามารถดักจับฝุ่นที่มีขนาดเล็กมาก มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร และละอองน้ำกระจายตัวได้ปริมาณที่จำกัดจึงไม่สามารถดักจับหรือ แก้ปัญหาฝุ่น PM 2.5 ได้ (เหตุผลสนับสนุนช้ออ้าง)

คำถาม : หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนคืออะไร

นักเรียน 07: คนที่เห็นต่างมองว่าการใช้ละอองน้ำสามารถลดฝุ่นละอองได้เพราะเช่นเดียวกับฝน ตกเพราะในช่วงฤดูฝนปริมาณฝุ่นในอากาศน้อยมาก เมื่อเทียบกับช่วงอื่นๆ (ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป)

คำถาม : นักเรียนจะมีวิธีการโน้มน้าวให้เพื่อนที่เห็นต่างจากนักเรียนให้คล้อยตามได้อย่างไร

นักเรียน 07 : ปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการฉีดพ่นละอองน้ำได้ เนื่องจากฝุ่น PM 2.5 กระจายในวงกว้าง การแก้ปัญหาที่ยั่งยืนคือการเพิ่มพื้นที่ป่าและลดการเผาป่า ใช้ ระบบขนส่งสาธารณะให้มากขึ้น เมื่อมีพื้นที่ป่ามากขึ้นความชื้นในอากาศมีมากขึ้นสามารถลดปัญหาฝุ่น PM 2.5 ได้ (ข้อโต้แย้งกลับ)

คุณภาพการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ระดับ ดี เป็นระดับที่นักเรียนสามารถให้เหตุผลแบบไม่เป็น ทางการโดยระบุได้ไม่ครบ 4 องค์ประกอบ โดยที่ขาดองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งไป 1 องค์ประกอบ

คำถาม : นักเรียนว่านักเรียนคิดเห็นอย่างไรต่อการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น PM 2.5

นักเรียน 01: ไม่เห็นด้วยกับการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น PM 2.5 (ช้ออ้าง)

คำถาม : นักเรียนมีเหตุผลใดที่สนับสนุนคำตอบในช้อที่ 1

นักเรียน 01: การฉีดพ่นน้ำไม่สามารถลดฝุ่นได้ เพราะปริมาณละอองน้ำที่ใช้ในการฉีดไม่เพียงพอที่จะกำจัดฝุ่น PM 2.5 ในปริมาณมากๆได้ (เหตุผลสนับสนุนช้ออ้าง)

คำถาม : หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนคืออะไร

นักเรียน 01: เพื่อคงคิดว่าน้ำสามารถชะล้างฝุ่นไปได้ (นักเรียนไม่สามารถตอบข้อโต้แย้งที่ต่าง ออกไป) สิ่งที่นักเรียนตอบเป็นเพียงช้ออ้างเท่านั้น

คำถาม : นักเรียนจะมีวิธีการโน้มน้าวให้เพื่อนที่เห็นต่างจากนักเรียนให้คล้อยตามได้อย่างไร

นักเรียน 01 : การฟ่นละอองน้ำไม่สามารถใช้ได้จริง แม้ว่าจะมีการฉีดฟ่นละอองน้ำใกล้ๆกับเครื่องวันคุณภาพอากาศปริมาณฝุ่นยังสูงอยู่เลย และน้ำที่ใช้ก็มีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปัญหาฝุ่นที่เกิดขึ้น ดังนั้นการแก้ปัญหาควรมีกฎหมายในการงดการเผาแบบจริงจัง (ข้อโต้แย้งกลับ)

คุณภาพการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ระดับ พอใช้ เป็นระดับที่นักเรียนนักเรียนสามารถให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการโดยระบุได้ไม่ครบ 4 องค์ประกอบ โดยที่ขาดองค์ประกอบไป 2 องค์ประกอบ

คำถาม : นักเรียนว่านักเรียนคิดเห็นอย่างไรต่อการฉีดฟ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น PM 2.5

นักเรียน 20: เห็นด้วยกับวิธีการนี้ (ข้ออ้าง)

คำถาม : นักเรียนมีเหตุผลใดที่สนับสนุนคำตอบในข้อที่ 1

นักเรียน 20: เพราะการฉีดฟ่นละอองน้ำช่วยลดฝุ่นลงได้ น้ำสารสกัดจับฝุ่นได้ (เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง)

คำถาม : หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนคืออะไร

นักเรียน 20 : ไม่รู้ว่าเหตุผลเขาคืออะไร (ไม่ระบุข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป) จากคำตอบนักเรียนไม่ได้สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนระบุข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปได้ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมพบว่า นักเรียนคนดังกล่าวไม่รู้ว่าต้องเขียนอธิบายอย่างไร รู้สิ่งที่โจทย์ต้องการถามแต่อธิบายไม่ได้

คำถาม : นักเรียนจะมีวิธีการโน้มน้าวให้เพื่อนที่เห็นต่างจากนักเรียนให้คล้อยตามได้อย่างไร

นักเรียน 20 : ทุกคนมีความคิดเป็นของตัวเองถ้าเขาเชื่อความคิดนั้นแล้วก็เปลี่ยนใจยาก (ไม่ระบุข้อโต้แย้งกลับ) จากการตอบคำถามของนักเรียนผู้วิจัยสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนไม่รู้จะตอบคำถามอย่างไรเพราะปกตินักเรียนไม่ค่อยโต้เถียงกับใครส่วนมากนักเรียนจะรับฟังความคิดเห็นเท่านั้น บางครั้งการโต้เถียงไปไม่สามารถทำให้ใครเชื่อได้ ซึ่งนักเรียนที่ตอบคำถามลักษณะจำเป็นที่ได้รับการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ แต่ภายหลังการจัดการเรียนรู้อบรม 3 รอบของการวิจัยปฏิบัติการ พบว่านักเรียนคนดังกล่าวสามารถแสดงเหตุผลแบบไม่เป็นทางการอยู่ในระดับดีมากได้ สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้อบรมไม่เป็นทางการสามารถพัฒนาคุณภาพการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการได้ โดยตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแบบวัดชุดที่ 3 ประเด็นการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทยนักเรียนตอบคำถามดังนี้

คำถาม : นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ที่ประเทศไทยจะสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

นักเรียน 20 : ไม่เห็นด้วยที่ประเทศไทยจะมีการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (ข้ออ้าง)

คำถาม : นักเรียนมีเหตุผลใดที่สนับสนุนคำตอบในข้อที่ 1

นักเรียน 20 : การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ใช้งบประมาณการก่อสร้างที่มาก ต้องมีค่าการรักษาความปลอดภัยที่สูงมากและที่สำคัญการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เสี่ยงต่อการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสี (เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง)

คำถาม : หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนคืออะไร

นักเรียน 20 : เขาคงคิดว่าการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากและเพียงพอต่อความต้องการของคนในประเทศ แต่เขาคงลืมนึกถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น โดยเฉพาะอันตรายจากกัมมันตรังสี อาจทำให้เป็นมะเร็งได้ (ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป)

คำถาม : นักเรียนจะมีวิธีการโน้มน้าวให้เพื่อนที่เห็นต่างจากนักเรียนให้คล้อยตามได้อย่างไร

นักเรียน 20 : บอกเพื่อนว่าการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แม้ว่าจะผลิตไฟฟ้าได้มากแต่ผลกระทบต่อตัวเราและสิ่งแวดล้อมมีมากมาย หากมีการรั่วของสารกัมมันตรังสีจะส่งผลกระทบต่อทั้งชีวิตของเราและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ได้ (ข้อโต้แย้งกลับ)

จากการพัฒนาของนักเรียน 20 ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการเพิ่มเติม โดยถามนักเรียนว่าทำไมนักเรียนสามารถอธิบายและตอบข้อคำถามที่นักเรียนอธิบายยากได้ นักเรียนระบุว่าการจัดการเรียนการสอนของครูที่ให้นักเรียนคุยกัน แสดงบทบาทสมมติ เขียนสรุปสิ่งที่อภิปรายร่วมกัน ทำให้เข้าใจมากขึ้นว่าจะต้องตอบคำถามอย่างไรและจะคุยกับเพื่อนอย่างไรให้เชื่อคำพูดของเรา ซึ่งข้อค้นพบนี้ยืนยันได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาคุณภาพการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการได้

การอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์แนวทางของ Eilks (2010) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) ชั้นวิเคราะห์ปัญหา 2) ชั้นทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์ 3) สร้างความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นทางสังคม และวิทยาศาสตร์ที่อยู่ภายใต้ประเด็นนั้น 4) ชั้นแสดงบทบาทสมมติ และ 5) ชั้นสะท้อนความคิดระหว่างนักเรียนและนักเรียน เพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาและส่งเสริมการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียน ทำการพัฒนาการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนจากผลการวิจัยพบว่า แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรมีรูปแบบ คือ 1) ให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหาผ่านการใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ 2) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นผ่านการอภิปรายกลุ่มใหญ่ร่วมกับการอภิปรายกลุ่มย่อยโดยใช้คำถามแบบชัดเจนและเป็นคำถามปลายเปิดมาช่วยให้การอภิปรายอยู่บนหลักของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น (Zeidler, 2005) 3) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ควรใช้การสรุปประเด็นลงกระดาษแผ่นใหญ่ภายในกลุ่มย่อย และสรุปความองค์ความรู้ของตนเอง 4) การแสดงบทบาทสมมติผ่านการจัดรายการโทรทัศน์และการโต้วาที ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชัน Flipgrid และ Minecraft Education Edition สามารถช่วยให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติได้ดีและสามารถพัฒนาองค์ประกอบการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการได้ อีกทั้งการชี้แนะในการสืบค้นข้อมูลออนไลน์ให้แก่นักเรียนเพื่อเป็นข้อมูลในการแสดงบทบาทสมมตินั้นจะช่วยให้ นักเรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลและเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างตรงจุด และส่งเสริมการรู้คิดของตนในการสืบค้นข้อมูลแบบออนไลน์มากขึ้น (Hsu et al., 2014) นักเรียนสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาประกอบการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการได้ ทำให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการบนพื้นฐานของความ เป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Wu and Tsai (2011) ที่พบว่า การชี้แนะการสืบเสาะแบบออนไลน์ช่วยพัฒนาการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนให้ดีขึ้นได้ โดยนักเรียนได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการประกอบการให้เหตุผลของตนมากขึ้น การชี้แนะการสืบเสาะออนไลน์จะ

ช่วยให้นักเรียนมีเวลาในการอ่านข้อมูลข่าวสารในเว็บไซต์ได้มากขึ้น และช่วยให้นักเรียนมีเวลาในการประเมินคุณค่าของข้อมูลที่สืบเสาะได้ (Tsai et al., 2012) 5) การสะท้อนความคิดผ่านการใช้ใบกิจกรรมช่วยให้นักเรียนประมวลองค์ความรู้ที่นักเรียนเรียนรู้จากกิจกรรมได้ดี

นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้จะเน้นการใช้คำถามแบบชักใช้ไล่เรียง (เพราะเหตุใด ทำไม? อย่างไร?) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของคำถามปลายเปิด สามารถลวงความคิด ความรู้เดิมของนักเรียนได้ในเชิงลึก สามารถถามหาคำตอบอื่น ๆ ของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียน และสามารถตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปได้ สอดคล้องกับ Roger and Abell (2008) ที่กล่าวว่าคำถามปลายเปิดสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการอภิปรายและส่งเสริมให้นักเรียนขยายความเข้าใจตัวเองได้อย่างชัดเจนขึ้น และทำให้นักเรียนเข้าใจมุมมองของคนอื่นดีขึ้น ซึ่งการใช้คำถามปลายเปิดแบบไล่เรียงลำดับจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างตรงจุด (Newton, 2002) นอกจากนี้การใช้รูปแบบคำถามที่เป็นปลายเปิด จะทำให้นักเรียนเกิดการทักษะพัฒนาการคิดขั้นสูงสุด (Higher-order thinking skill) ผ่านการพยากรณ์ การประเมินค่าหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้ในการอธิบาย และการสร้างคำอธิบายให้เหตุผลของตน (Elstgeest, 2001)

การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนานักเรียนให้มีการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการในรูปแบบของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น โดยพบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการในรูปแบบที่อยู่บนพื้นฐานความเป็นเหตุผลร่วมกับอารมณ์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นปกติของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการที่มักมีการรวมเอามุมมอง ทศนคติ และอารมณ์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยในการให้เหตุผล (Sadler, 2004) และภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนพัฒนาตนเองให้มีการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการโดยอยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรเดช ศรีทา และศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2559) ที่พบว่าภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นักเรียนมีรูปแบบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งการพัฒนาแบบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนดังกล่าวมาจากการที่มีการแสดงบทบาทสมมติจำลองสถานการณ์ในสังคมขึ้นมา นักเรียนได้ทำการสวมบทบาทและแสดงจุดยืนของตนต่อประเด็นต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ทำให้นักเรียนมีความคุ้นชินต่อประเด็นนั้น

การศึกษาคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการไม่เพียงแต่จะศึกษาเฉพาะรูปแบบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ แต่ยังคงต้องศึกษาถึงองค์ประกอบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการด้วย (Topçu, 2008) จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับคุณภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการพิจารณาตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ 4 องค์ประกอบคือ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 3) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และ 4) ข้อโต้แย้งกลับ (Topçu, 2008) อยู่ในระดับดีมาก (ให้เหตุผลได้ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ) เนื่องจากเป็นประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์นักเรียนจะมีการใช้อารมณ์เป็นทักล้า แต่ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์พบว่าเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนอยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับ Perkins et al., (1991) ที่กล่าวว่าบุคคลที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มที่จะใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายหรือให้เหตุผล แต่สำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ความเข้าใจใน

เนื้อหาวิทยาศาสตร์มากนักมักจะใช้หลักฐานที่ไม่เป็นทางการหรือประสบการณ์มากกว่าในการอธิบายหรือให้เหตุผล การจัดการกิจกรรมเป็นกลุ่มเพื่อแสดงบทบาทสมมติ โดยให้นักเรียนได้ทำการอภิปรายกันภายในกลุ่มเพื่อหาจุดยืนที่เป็นมติของกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งและให้เหตุผลระหว่างกันมากขึ้นและเรียนรู้องค์ประกอบของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการไปในตัวผ่านการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นข้อถกเถียงที่เกิดขึ้นในสังคมโดยมีพื้นฐานมาจากความขัดแย้งทางด้านผลประโยชน์ คุณธรรมจริยธรรม ในการจัดการเรียนรู้ครูควรมีการส่งเสริมทั้งทางด้านของความรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และส่งเสริมในด้านคุณธรรม จริยธรรมให้แก่ นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนเกิดความตระหนักในการใช้ความรู้ในการตัดสินใจภายใต้หลักของคุณธรรมจริยธรรมที่เหมาะสมในสังคม

2. การพัฒนาการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการในครั้งนี้นำการศึกษาในนักเรียนที่เป็นกลุ่มการเรียนรู้ที่เน้นวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ในนักเรียนกลุ่มที่เน้นวิทยาศาสตร์ควรเน้นการเชื่อมโยงให้นักเรียนเห็นภาพของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกร่วมและเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. การพัฒนาการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานนี้ ครูควรมีการศึกษาเบื้องหลังของนักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาก่อนว่านักเรียนมีความเกี่ยวข้องกับประเด็นใดเป็นพิเศษ สถานภาพทางสังคม ครอบครัว หรือบริบทที่นักเรียนใช้ชีวิตอยู่มีความสอดคล้องหรือใกล้เคียงกับประเด็นทางสังคมประเด็นใดเป็นพิเศษ เพื่อให้นักเรียนเกิดอารมณ์ร่วมและเห็นว่าประเด็นเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัว จะทำให้นักเรียนสามารถนำทักษะการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการที่พัฒนาขึ้นนี้ไปปรับใช้ได้จริงในสังคมที่นักเรียนอาศัยอยู่ได้

การนำผลการวิจัยไปใช้

1. การศึกษานักเรียนเชิงลึกในรูปแบบกลุ่มย่อย (focus group) จะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีต่อเพื่อนสมาชิกกลุ่ม ทำให้เห็นถึงทักษะการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ ทั้งการสร้างข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง การสร้างข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และการสร้างข้อโต้แย้งกลับของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มได้อย่างชัดเจน และเห็นถึงการคล้อยตามของสมาชิกในกลุ่มเพื่อให้ได้มติเอกฉันท์ของกลุ่ม จะทำให้ผู้วิจัยเข้าใจ และเห็นภาพของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนรายบุคคลได้ในเชิงลึก และเห็นความสัมพันธ์ของนักเรียนกับสมาชิกกลุ่มและความสามารถในการเจรจาต่อรอง ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการใช้ชีวิตร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการในการวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการวิเคราะห์ตีความลักษณะของการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนในกลุ่มที่ทำการศึกษา ซึ่งยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ยังไม่ได้ทำการศึกษา หรือไม่ได้กล่าวถึงในงานวิจัยนี้ที่อาจมีผลต่อการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนด้วย เช่น เพศของนักเรียน สถานะทางสังคม เป็นต้น ซึ่งยังมีความจำเป็นในการศึกษาเพื่อให้เข้าใจในเชิงลึกถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการของนักเรียนในประเทศไทย ในบริบทอื่น ๆ เพื่อเป็นข้อมูลในภาพรวมของปัจจัยที่ส่งผลต่อการให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการ และเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับผู้สนใจในการทำการศึกษาระดับลึกเกี่ยวกับปัจจัยเหล่านี้

เอกสารอ้างอิง

- กฤตยานี เจริญลอย. 2557. การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. 2558. วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมสู่การจัดการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร: วิสต้า อินเทอร์เน็ต จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2561. สรุปผลการวิจัย PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: บริษัทซัคเซสพับลิเคชั่น จำกัด
- สุรเดช ศรีทา และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. 2559. “การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องอาณาจักรโปรทิสตาผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน”. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*. 9 (2): 214-229.
- หทัยชนก ชนะชัย, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และ กันทิมาณี ประเดิมวงศ์. 2559. การพัฒนาการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต 2559*. (29 เมษายน 2559): 1348-1356.
- Bybee, R. W. 1997. *Achieving Scientific Literacy: from purposes to practices*. Portsmouth: Heinemann.
- Dawson, V. and J. G. Venville, 2009. “High-school Students’ Informal Reasoning and Argumentation about Biotechnology: An indicator of scientific literacy ?.” *International Journal of Science Education* 31 (11): 1421-1445.
- _____.2010. Teaching strategies for developing students’ argumentation skills about socioscientific issues in High School Genetics. *Research in Science Education* 40(2): 133-148.
- Eastwood, J. L., T. D. Sadler, R. Sherwood and W. M. Schlegel. 2012. “Students’ Participation in an Interdisciplinary, Socioscientific Issue Based Undergraduated Human Biology Major and Their Understanding of Scientific Inquiry.” *Research in Science Education* 43 (3): 1051-1078.
- Eilks, I. 2010. Making Chemistry Teaching Relevant and Promoting Scientific Literacy by Focusing on Authentic and Controversial Socio-Scientific Issues. Presentation at *The Annual Meeting of The Society for Didactics in Chemistry and Physics*, Potsdam, Germany.
- Elstgeest, J. 2001. *The right question at the right time*. In Primary science: Taking the plunge, ed. W. Harlen, 25–35. Portsmouth, NH: Heinemann.

- Kemmis, S. and R. McTaggart. 1998. **The Action Research Planner**. Victoria: Deakin University Press.
- Kolsto, S. D., B. Bungum, E. Arnesen, A. Isnes, T. Kristensen, K. Mathiassen, I. Mestad, A. Quale, A. Sissel, V. Tønning and M. Ulvik. 2006. "Science students' critical examination of scientific information related to socio-scientific issues." **Science Education** 90 (4): 632–655.
- Levinson, R. 2001. "Should Controversial Issues in Science be Taught through the Humanities?." **School Science Review** 82 (300): 97-102.
- Lewis, S. E. 2003. **Issues-Based Teaching in Science Education** (online). <http://www.actionbioscience.org>, April 8, 2017.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., and Marx, R. W. (2006). **Supporting student's construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials**.
- National Research Council (NRC). 2007. **Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8**. Washington, DC: The National Academic Press.
- Newton, L.D. 2002. Questions that help children understand elementary science. **Investigating** 18(2): 6–9.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2016. **PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy**. PISA. Paris: OECD Publishing.
- Perkins, D. N., Farady, M., and Bushey, B. 1991. Everyday reasoning and the roots of intelligence. In J. Voss, D. Perkins, and J. Segal (Eds.). **Informal reasoning and education** (pp. 83–105). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ratcliffe, M. and M. Grace. 2003. **Science Education for Citizenship**. Teaching | Socio-Scientific Issues. Maidenhead: Open University Press.
- Reis, P. 2004. "Teaching Controversial Socio-Scientific Issues in Biology and Geology Classes: A Case Study." **Electronic Journal of Science Education** 13 (1): 162-185.
- Rogers, M. A. P. and S. K., Abell. 2008. The Art (and Science) of Asking Questions. **Science and Children** 46 (2): 54-55.
- Sadler, T. D. 2004. **Socioscientific Issue Research and Its Relevance for Science Education** (Online). www.eric.ed.gov, March 29 2017.
- Sadler, T. D. and D. L. Zeidler. 2003. **Weighing In Genetic Engineering and Morality: Students Reveal their Ideas, Expectations, and Reservations** (Online). www.eric.ed.gov, Retrieved March 12, 2018.
- _____. 2005. Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research. **Journal of Research in Science Teaching** 41 (5): 513-536.

- _____. . 2004. "The morality of socioscientific issues construal and resolution of genetic engineering dilemmas." **Science Education** 88 (1): 4–27.
- _____. 2009. "Situated Learning in Science Education: Socio-Scientific Issues as Contexts for Practice." **Studies in Science Education** 45 (1): 1–42.
- Tsai, M.-J., C.-Y., Hsu, C.-C., Tsai. 2012. Investigation of High School Students' Online Science Information Searching Performance: The Role of Implicit and Explicit Strategies. **Journal of Science Education and Technology** 21 (2): 246–254.
- Topçu, S. M. 2008. **Preservice science teachers' informal reasoning regarding socioscientific issues and the factors influencing their informal reasoning.** Doctor of Philosophy Thesis in elementary education, Middle East Technical University.
- Topcu, S. M., O. Yilmaz-Tüzün, and T. D. Sadler. 2011. "Turkish Preservice Science Teachers' Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues and the Factors Influencing Their Informal Reasoning." **Journal of Science Teacher Education** 22 (4): 313-332.
- Wu, Y.-T. and C.-C. Tsai. 2010. "The Effects of Different On-line Searching Activities on High School Students' Cognitive Structures and Informal Reasoning Regarding a Socio-scientific Issue." **Research in Science Education** 41 (5): 771-785.
- Zeidler, D. L., T. D. Sadler, A. L. Simmons, and E. V. Howes. 2005. "Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education." **Science Education** 89 (3): 357-377
- Zeidler, D. L. and T. D. Sadler. 2009. "Situated Learning in Science Education: Socio-Scientific Issues as Contexts for Practice." **Studies in Science Education** 45 (1): 1–42.
- Zohar, A. and F. Nemet. 2002. "Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills through Dilemmas in Human Genetics." **Journal of Research in Science Teaching** 39 (1): 35-62.

ภาคผนวก

แบบวัดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ

เรื่อง ฉีดพ่นละอองน้ำ! บนชั้นดาดฟ้า กว่า 150 แห่ง ช่วยลดฝุ่น PM 2.5

คำชี้แจง ให้นักเรียนสแกน QR Code เพื่ออ่านเนื้อหาข่าวเกี่ยวกับการแก้ปัญหาฝุ่น PM 2.5 และให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้



1. นักเรียนคิดเห็นด้วยหรือไม่กับวิธีการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดฝุ่น PM 2.5
.....
.....
.....
2. นักเรียนมีเหตุผลใดที่สนับสนุนคำตอบในข้อที่ 1
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
3. หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนคืออะไร
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
4. นักเรียนจะมีวิธีการโน้มน้าวให้เพื่อนที่เห็นต่างจากนักเรียนให้คล้อยตามได้อย่างไร
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

แบบวัดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ
เรื่อง ลิงโคลนนิ่ง ก้าวแรกสู่มนุษย์โคลนนิ่ง?

คำชี้แจง ให้นักเรียนสแกน QR Code เพื่ออ่านเนื้อหาข่าวเกี่ยวกับ
ลิงโคลนนิ่งก้าวแรกสู่มนุษย์โคลนนิ่ง? และให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้



1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ที่จะมีการโคลนนิ่งมนุษย์

.....
.....

2. นักเรียนมีเหตุผลใดที่สนับสนุนคำตอบในข้อที่ 1

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนคืออะไร

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. นักเรียนจะมีวิธีการโน้มน้าวให้เพื่อนที่เห็นต่างจากนักเรียนให้คล้อยตามได้อย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

แบบวัดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ
เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์



คำชี้แจง ให้นักเรียนสแกน QR Code เพื่ออ่านบทความเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ และให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ที่ประเทศไทยจะสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

.....
.....

2. นักเรียนมีเหตุผลใดที่สนับสนุนคำตอบในข้อที่ 1

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. หากมีเพื่อนที่มีความคิดเห็นต่างจากนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนคืออะไร

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. นักเรียนจะมีวิธีการโน้มน้าวให้เพื่อนที่เห็นต่างจากนักเรียนให้คล้อยตามได้อย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ประมวลความรู้ จากประเด็นการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

นักเรียนคิดว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ คืออะไร
โรงไฟฟ้านิวเคลียร์คือโรงผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานนิวเคลียร์
ความร้อนจากปฏิกิริยาแตกตัวของธาตุยูเรเนียมหรือพลูโตเนียม
เพื่อผลิตไอน้ำ ซึ่งไอน้ำนี้จะไปต้มน้ำในหม้อต้มอีกชุดหนึ่ง
เพื่อผลิตไอน้ำอีกชุดหนึ่ง ซึ่งไอน้ำชุดนี้จะไปขับเคลื่อนกังหัน
หรือกำเนิดไฟฟ้า

นักเรียนคิดว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีกระบวนการผลิตอย่างไร

นักเรียนคิดการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ แตกต่างจากการผลิตในรูปแบบอื่นๆ หรือไม่ อย่างไร

- ผลิตจากแร่ยูเรเนียมหรือพลูโตเนียมซึ่งมีความเข้มข้นสูงมาก
- ผลิตจากปฏิกิริยาฟิชชันนิวเคลียร์ซึ่งจะปล่อยรังสีออกมา
- ผลิตจากปฏิกิริยาฟิชชันนิวเคลียร์ซึ่งจะปล่อยรังสีออกมา
- ผลิตจากปฏิกิริยาฟิชชันนิวเคลียร์ซึ่งจะปล่อยรังสีออกมา

นักเรียนคิดว่ากรสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ มีข้อดี - ข้อเสียอย่างไร

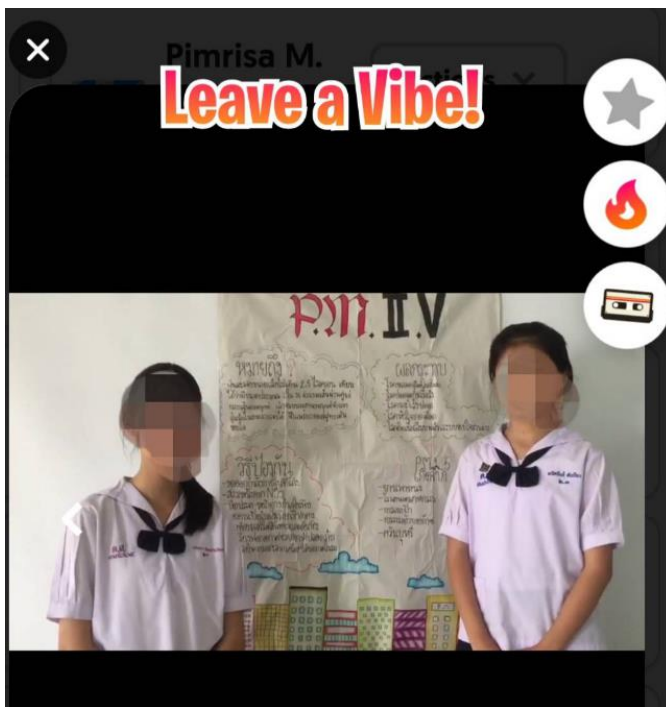
<p>ข้อดี</p> <ul style="list-style-type: none"> - สามารถผลิตไฟฟ้าได้ตลอดเวลา - ปลอดภัยกว่าโรงไฟฟ้าชนิดอื่น - ผลิตไฟฟ้าได้ตลอดเวลา - ปลอดภัยกว่าโรงไฟฟ้าชนิดอื่น 	<p>ข้อเสีย</p> <ul style="list-style-type: none"> - การลงทุนสูงมาก - ผลิตไฟฟ้าได้ตลอดเวลา - ปลอดภัยกว่าโรงไฟฟ้าชนิดอื่น - ผลิตไฟฟ้าได้ตลอดเวลา
--	---

ตัวอย่างการประมวลความรู้ เรื่องโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ตัวอย่างการสรุปประเด็นการโคลนนิ่ง



คู่มือการใช้แอปพลิเคชัน Flipgrid สำหรับครูผู้สอน



ตัวอย่างการแสดงผลงานทางคณิตศาสตร์ผ่าน Flipgrid



สร้างห้องลับเพื่อให้นักเรียนค้นหาคำสั่งด้วย Minecraft Education Edition