

การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาณาจักรโปรทิสตา ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

The Development of Grade 10 Students' Informal Reasoning Skills in Learning Unit of Protista Kingdom through Socio-Scientific Issue (SSI) - Based Teaching

ศุรเดช ศรีธา¹ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน²

Suradet Sritha¹ Sasitthep Pitipornatapin²

¹อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 25 คน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาณาจักรโปรทิสตา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อาณาจักรโปรทิสตา ที่ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน จำนวน 3 แผน และแบบวัดการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการซึ่งมีลักษณะคำถามปลายเปิด จำนวน 5 ข้อ และแบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่มีเป็นทางการ ผลการวิจัย พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทั้งห้องเรียนจำนวน 25 คน สามารถให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการอยู่ในระดับดีมาก โดยสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง การอ้างเหตุผล จุดยืนที่แตกต่างกันออกไป และข้อแย้งเหตุผลของอีกฝ่าย เกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ เมื่อเทียบกับก่อนเรียนที่มีนักเรียนจำนวน 3 คน (ร้อยละ 12.00) ที่สามารถให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการได้ในระดับดี นอกจากนี้นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 21 คน (ร้อยละ 84.00) มีรูปแบบการให้เหตุผลในการให้เหตุผลบนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับก่อนเรียนที่พบว่านักเรียนเกินครึ่งจำนวน 14 คน (ร้อยละ 56.00) มีรูปแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณ

คำสำคัญ: ทักษะการให้เหตุผล อาณาจักร โปรทิสตา การจัดการเรียนรู้ประเด็นทางสังคม

Abstract

The objective of this research was to develop the informal reasoning skills of 25 Grade 10 students in the Science and Technology Program via socio-scientific issue based (SSI-based) learning management in the Learning Unit: Protista Kingdom. The research instruments were three learning management plans for the SSI-based learning management in the learning unit of Protista Kingdom, an informal reasoning skills assessment scale with five open-ended question items, and a note taking form for informal interview. Qualitative data were analyzed with content analysis, while quantitative data were statistically analyzed using the frequency and percentage. The findings showed that after learning under SSI-based learning management, all of 25 students in the class could show their informal reasoning skills at the excellent level, with the expression of their claims, warrants, counter arguments, and supportive arguments on socio-scientific issues; while in the pre-learning condition, only three students (12.00 percent) could express their informal reasoning skills at the excellent level. Furthermore, most students (21 students or 84.00 percent) had a reasoning pattern based on scientific reasoning after learning under SSI-based learning management; while before learning, more than half of the number of students (14 students or 56.00 percent) used their tuition for informal reasoning.

Keywords: Reasoning skills, Protista Kingdom, Socio-scientific issue-based learning management

บทนำ

เป้าหมายสำคัญของการพัฒนานักเรียนในยุคศตวรรษที่ 21 นอกจากความสามารถในการอ่านออกเขียนได้ และคิดคำนวณเป็นแล้ว นักเรียนยังได้รับความคาดหวังให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ โดยการจัดการศึกษาควรส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะสำคัญแห่งยุคศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills, 2009) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาตนเองให้มีความสามารถในการสื่อสาร การใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และแสดงทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมถึงสามารถเจรจาต่อรองเพื่อระงับหรือลดปัญหาความขัดแย้ง เลือกรับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ความสามารถในการสื่อสารนี้ถ้าเกิดขึ้นกับนักเรียนจะทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดอย่างเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังนั้นในบทบาทของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จึงเล็งเห็นความสำคัญของการทำให้นักเรียนเติบโตเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ และสามารถพัฒนาตนเองให้มีความสามารถในการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ด้วยการส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy person) ที่สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้อย่างมีเหตุผล สอดคล้องกับแนวความคิดของ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) ที่กล่าวไว้ว่าสังคมไทยก็มีความคาดหวังต่อเยาวชนในยุคศตวรรษที่ 21 ให้เติบโตเป็นพลเมืองที่รู้วิทยาศาสตร์ สามารถดำรงชีวิตในสังคมอย่างมีความสุขโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจและมีส่วนร่วมในประเด็นทางสังคมที่เกิดความขัดแย้ง

ทั้งนี้พื้นฐานสำคัญในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์คือการให้เหตุผล (reasoning) ซึ่งในอดีตจะเป็นการให้เหตุผลในรูปแบบที่เป็นทางการ (Formal reasoning) เพื่อการอธิบายข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ (Sadler, 2004) ซึ่งในความเป็นจริงการให้เหตุผลที่เป็นทางการนั้นต้องอาศัยพื้นฐานของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (Informal reasoning) (Topcu, 2008) เนื่องจากทักษะดังกล่าวเป็นความสามารถเฉพาะบุคคลที่ใช้อธิบายเพื่อแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสาเหตุที่ตนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย รวมถึงข้อดีข้อเสียของทางเลือกต่างๆ (Zohar and Nemet, 2002) รวมถึงการวิเคราะห์และประเมินประเด็นปัญหาที่มีความซับซ้อนและยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน ซึ่งการให้เหตุผลในรูปแบบนี้มักจะรวมมุมมองและทัศนคติของผู้ให้เหตุผลเข้าไปด้วย (Sadler, 2004) ซึ่งการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการเป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Gelder and Bulka, 2000) และความสามารถในการแก้ปัญหา (Brickell, Ferry and Harper, 2002) นอกจากนี้ทักษะดังกล่าวยังเป็นทักษะพื้นฐานที่มนุษย์ใช้เพื่อให้เหตุผลในชีวิตประจำวันรวมถึงการตัดสินใจในประเด็นต่างๆ ที่ยังไม่มีข้อสรุปเป็นที่แน่นอน จะเห็นได้ว่าทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ เป็นทักษะขั้นสูงที่ต้องบูรณาการสมรรถนะสำคัญในทุกๆ ด้านเพื่อให้นักเรียนสามารถในการตัดสินใจ การโน้มน้าว การโต้แย้ง ที่อยู่ฐานการรู้วิทยาศาสตร์และประสบการณ์ของนักเรียนเพื่อให้สามารถดำรงตนในสังคมได้ตามเป้าประสงค์ของการศึกษาชาติ

ทั้งนี้ Sadler and Zeidler (2005) ได้กำหนดรูปแบบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการไว้ 3 รูปแบบประกอบด้วย (1) การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ ผู้ที่ให้เหตุผลในรูปแบบนี้แสดงถึงการมีพื้นฐานจากการคิดเชิงเหตุและผล ทั้งด้านความคุ้มค่า ประโยชน์ รวมถึงการประเมินที่เกี่ยวข้องกับผลที่เกิดจากเทคโนโลยี เป็นการพยายามอธิบาย บอกลักษณะหรือตัดสินใจการกระทำหรือเหตุการณ์นั้นๆ (2) การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ เป็นการให้เหตุผลที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ โดยอารมณ์เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์หรือการกระทำ เช่น ความเห็นอกเห็นใจ ซึ่งการให้เหตุผลในกลุ่มนี้จะเน้นไปที่ความเกี่ยวข้องกับอารมณ์ต่างๆ ของมนุษย์ และ (3) การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณ คือ การให้เหตุผลที่ตอบสนองต่อประเด็นบางอย่างในทันที เป็นสิ่งที่ทำได้เองโดยไม่ต้องมีใครสั่งสอน แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น สำหรับการบอกคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ Topcu (2008) ได้ระบุเกณฑ์ในการพิจารณาว่า หากอยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการต้องประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง (claim) การอ้างเหตุผล (justifications) จุดยืนที่แตกต่างกันออกไป (counter-position) และ ข้อแย้งเหตุผลของอีกฝ่าย (rebuttal) หากมีส่วนประกอบไม่ครบหรือขาดหายไป คุณภาพก็จะลดลงตามลำดับไป

จากการสังเกตชั้นเรียนวิชาชีววิทยาที่ผู้วิจัยรับผิดชอบจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนควรได้รับการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ เนื่องจากการตอบคำถามและการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนส่วนใหญ่เป็นการตอบที่ไม่ได้ใช้ทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการและมักใช้อารมณ์มาตัดสิน ตัวอย่างเช่น เมื่อถามว่าเหตุใดจึงคิดเช่นนี้ หรือ นักเรียนเห็นด้วยกับคำตอบนี้เพราะอะไร นักเรียนมักจะตอบว่า “ที่ดิฉันเลือกสิ่งนี้เพราะมันดูดีรู้สึกถูกใจ” หรือ “ที่ผมเห็นด้วยกับเรื่องนี้เพราะผมชอบ” นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนตอบคำถามโดยให้เหตุผลจากสัญชาตญาณ เช่น “เพราะคิดว่าฉันน่าจะใช่คำตอบนี้ มันดูสั้นๆ กับคำตอบนี้” หรือ “ดิฉันเคยได้ยินเขาพูดกันแบบนี้” ซึ่งคำตอบเหล่านี้ไม่ได้เป็นการแสดงเหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนไม่แสดงหลักฐานหรือการอ้างอิงข้อมูล ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงควรได้รับการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญและเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

จากการตรวจเอกสารและได้มีโอกาสเข้าร่วมโครงการอบรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (Socio-Scientific Issue-based teaching) ผู้วิจัยพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการพัฒนานักเรียน เนื่องจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีลักษณะเฉพาะคือ เป็นประเด็นข้อโต้แย้งที่มาจากความเห็นที่ไม่ตรงกันเกี่ยวกับแนวคิดวิธีการหรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพราะมีความซับซ้อนหรือมีผลกระทบต่อสังคมในหลายๆ ด้าน เช่น ด้านเศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง ศาสนาและศีลธรรม (Sadler and Zeidler, 2003) นอกจากนี้การตอบคำถามของประเด็นต่างๆ ยังขึ้นอยู่กับทัศนคติ ความคิดเห็นของผู้ตอบซึ่งไม่สามารถสรุปได้ว่าผิดหรือถูก คำตอบอาจจะไม่ได้รับการยอมรับเพราะความแตกต่างกันของสังคมและวัฒนธรรมนั่นเอง (Sadler, 2002) จากการศึกษาข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ ขั้นตอนแรกของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานคือการเลือกประเด็นปัญหาที่ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน ซึ่งตรงกับโมเดลการสอนของ Levinson (2003) ที่แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเตรียมการ โดยครูจะต้องเตรียมประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาการเรียนรู้ตามลักษณะที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น 2) ขั้นพัฒนาทักษะ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะด้านการอ่านอย่างมีวิจารณญาณ การวิเคราะห์ข้อมูล การประเมินคุณภาพของข้อมูลซึ่งประกอบด้วยความทันสมัยและแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือ รวมถึงทักษะการสรุปข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล 3) ขั้นการอภิปราย นักเรียนต้องศึกษาและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่การมีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหานั้นๆ โดยครูต้องไม่ชี้นำแต่ต้องคอยให้คำปรึกษาแก่นักเรียน และ 4) ขั้นประเมิน ขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องลงข้อสรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของประเด็นปัญหา เพื่อหาข้อยุติแม้จะไม่มีคำตอบที่ถูกต้องก็ตาม

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่บ่งบอกถึงผลของการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน กับการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ซึ่ง Levinson (2003) ได้พบว่านักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ขั้นสูง การตัดสินใจ การลงความคิดเห็นรวมถึงเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต นอกจากนี้ Sadler and Zeidler (2004) ได้พบว่านักเรียนได้รับการส่งเสริมให้ค้นคว้าหาความรู้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอภิปรายเหตุผล และช่วยให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคมและมนุษย์ นักเรียนสามารถประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูล และสามารถเสริมสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา

ด้วยความตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ เพื่อการนำไปสู่การเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพในสังคมยุคศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเพื่อพัฒนานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ทั้งในด้านรูปแบบและคุณภาพด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และนอกจากนี้ผู้วิจัยยังคาดหวังว่าการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นแนวทางใน

การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ. เรื่องอาณาจักรโพธิสตา ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

การนำการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนในเนื้อหา และวิชาอื่นๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ในด้านรูปแบบและคุณภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงตีความ (Interpretive research) เกี่ยวกับผลการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาณาจักร โพธิสตา ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยดำเนินการวิจัยดังนี้

กลุ่มที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาจากกลุ่มที่ศึกษาซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 กลุ่ม มีนักเรียนทั้งสิ้น 25 คน เป็นนักเรียนชาย 13 คน นักเรียนหญิง 12 คน เป็นห้องเรียนที่ละความสามารถ โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เนื่องจากผู้วิจัยพบว่าก่อนเรียนจำนวนนักเรียนในกลุ่มนี้มีรูปแบบของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์และมีคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการในระดับดี จำนวนน้อยกว่านักเรียนห้องอื่นๆ ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรม และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรม คือ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง อาณาจักร โพธิสตา มีเนื้อหาเกี่ยวกับรูปร่างลักษณะ ตัวอย่าง และความสัมพันธ์ต่อระบบนิเวศ ของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพธิสตาโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เรื่องปรากฏการณ์จีปลาวาฟเป็นฐาน ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้โมเดลการจัดการเรียนรู้ของ Levinson (2003) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมการ 2) ขั้นพัฒนาทักษะ 3) ขั้นการอภิปราย และ 4) ขั้นประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้ได้รับการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา องค์ประกอบของแผน และความเหมาะสมของวิธีการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 2 ท่าน และครูสาขาชีววิทยา จำนวน 1 ท่าน และได้นำแผนไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนอีกกลุ่มเพื่อปรับให้เหมาะสมก่อนนำมาใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา แบ่งเป็น 3 แผน ใช้เวลา 4 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ วารสารศึกษาศาสตร์ มศว. เรื่องอาณาจักรโพธิสตา ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

ตารางที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่องอาณาจักรโพธิสตา

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	แผนที่ 1 นักสืบจับปลาวาฬ	แผนที่ 3 กินความสุขให้ชุมชนหาดสีทอง
ขั้นการเตรียมการ	ให้นักเรียนอ่านข้อมูลในใบกิจกรรมปรากฏการณ์จับปลาวาฬที่หาดสีทอง ที่กล่าวถึงสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพธิสตาที่มีแพลงก์ตอนและคลอโรพลาสต์น้ำเน่าเสีย ทำให้ปลาตาย ชาวบ้านแถวนั้นก็จับปลาที่ตายมากินและขาย มีชาวบ้านบางคนก็กินแล้วท้องเสีย	ครูนำสรุปประเด็นปรากฏการณ์จับปลาวาฬที่หาดสีทอง และนำเสนอปัญหาการนำปลาที่ตายจากปรากฏการณ์ดังกล่าวมาแอบขายในราคาถูก ว่าเป็นสิ่งที่สมควรหรือไม่
ขั้นพัฒนาทักษะ	นักเรียนจับกลุ่มเพื่อร่วมกันอภิปรายและตอบคำถาม เช่น ถ้านักเรียนเป็นชาวประมง นักเรียนจะจับปลาที่ตายจากปรากฏการณ์จับปลาวาฬมาขายหรือไม่อย่างไร นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพธิสตาทุกชนิดเป็นสาเหตุทำให้เกิดปรากฏการณ์จับปลาวาฬหรือไม่อย่างไร	นักเรียนทุกกลุ่มจะถูกสมมติให้เป็นประเทศที่ติดกับทะเลจำนวน 5 ประเทศที่เกิดปรากฏการณ์จับปลาวาฬ จากนั้นนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มจะได้รับบทบาทเป็นนักพัฒนาชุมชน ครูนักวิทยาศาสตร์องค์การบริหารส่วนตำบล และเจ้าหน้าที่กรมอนามัย นักเรียนจะสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของตนเองในการแก้ปัญหา
ขั้นการอภิปราย	ให้นักเรียนสมมติตัวเองเป็นนักสืบแล้วทำกิจกรรมฐานหมุนเพื่อสืบเสาะแสวงหาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพธิสตาที่เป็นสาเหตุการเกิดปรากฏการณ์จับปลาวาฬ	นักเรียนแยกไปประชุมกับคนในกลุ่มสาขาอาชีพเดียวกัน เพื่อแก้ปัญหาในประเด็นที่เกิดขึ้น แล้วแต่ละสาขาอาชีพจะกลับมาประชุมเพื่อหาข้อสรุปที่ประเทศของตนเอง
ขั้นประเมิน	นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับความหมายและลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพธิสตา	นักเรียนแต่ละประเทศส่งตัวแทนออกมาสรุปวิธีการแก้ปัญหา ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้

หมายเหตุ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำกิจกรรมบทบาทความรู้ และสืบค้นความรู้ผ่านการแข่งขันตอบปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้รู้ถึงข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับอาณาจักรโพธิสตาเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในขั้นการอภิปรายในแผนการเรียนรู้ที่ 3 ต่อไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอแนะนำเสนอเฉพาะแผนที่ 1 และ 3

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการ สร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดของ Sadler and Zeidler (2005) เพื่อจำแนกรูปแบบของการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการและ Topcu (2008) เพื่อศึกษาคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการของนักเรียน และหาคุณภาพเครื่องมือโดยการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างและความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 2 คน และครูสาขาชีววิทยา จำนวน 1 คน และได้้นำแผนไปทดลองใช้ กับนักเรียนอีกกลุ่มเพื่อปรับให้เหมาะสมก่อนนำมาใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา แบบวัดมีรูปแบบเป็นการอ่านบทความแล้วตอบคำถามที่เป็นคำถามปลายเปิด (Open-ended question) จำนวน 5 ข้อ โดยนักเรียนจะอ่านเนื้อเรื่องเกี่ยวกับสาหร่ายแดงที่มีสารต้านอนุมูลอิสระชื่อแอสตาแซนธิน (Astaxanthin) โดยในบทความจะทิ้งประเด็นที่ยังไม่มีข้อสรุปว่าจำเป็นหรือไม่จำเป็นที่จะบริโภค แล้วตอบคำถามว่านักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการบริโภคอาหารเสริมจากสาหร่ายแดง เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนมีแหล่งข้อมูลหรือหลักฐานใดมาสนับสนุนเหตุผลของนักเรียนบ้าง ถ้ามีคนไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นของนักเรียน นักเรียนคิดว่าเหตุผลของคนที่คิดต่างจากนักเรียนคืออะไร และนักเรียนจะใช้เหตุผลใดในการโต้แย้งเพื่อให้คนที่คิดต่างจากนักเรียนคล้อยตามและมีความคิดเห็นที่ตรงกับนักเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการ โดยให้เวลาในการทำแบบวัดคนละ 45 นาที แต่นักเรียนใช้เวลาในการทำประมาณ 15 - 20 นาที
2. หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นไปแล้วประมาณ 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการ โดยให้เวลาในการทำแบบวัดคนละ 45 นาที ซึ่งในครั้งนี้นักเรียนใช้เวลาในการทำประมาณ 30 - 45 นาที
3. หากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้จากการทำแบบวัดการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการทั้งก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะทำการสัมภาษณ์อย่างไม่มีเป็นทางการกับนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและตรงกับสิ่งที่นักเรียนตอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการ เพื่อแสดงผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยประกอบด้วย (1) รูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการของนักเรียน และ (2) คุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการของนักเรียน โดยมีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การศึกษารูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการของนักเรียน ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 1.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบของนักเรียน โดยนำคำตอบจากแบบวัดมาจัดกลุ่มตามรูปแบบของการให้เหตุผลอย่างไม่มีเป็นทางการตามกรอบของ Sadler and Zeidler (2005) เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีพื้นฐานจากการคิดเชิงเหตุและผล ทั้งด้านความคุ้มค่า ประโยชน์ รวมถึงการประเมินที่เกี่ยวข้องกับผลที่เกิดจากเทคโนโลยี เป็นการพยายามอธิบาย บอกลาเหตุหรือตัดสินการกระทำหรือเหตุการณ์นั้น ๆ

กลุ่มที่ 2 การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ หมายถึง การให้เหตุผลที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ โดยอารมณ์เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์หรือการกระทำ เช่น ความเห็นอกเห็นใจ ซึ่งการให้เหตุผลในกลุ่มนี้จะเน้นไปที่ความเกี่ยวข้องกับอารมณ์ต่างๆ ของมนุษย์

กลุ่มที่ 3 การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณ หมายถึง การให้เหตุผลที่ตอบสนองต่อประเด็นบางอย่างในทันที เป็นสิ่งที่ทำได้เองโดยไม่ต้องมีใครสั่งสอน แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

1.2 นับความถี่ของคำตอบแต่ละกลุ่มและคิดเป็นค่าร้อยละ

2. การศึกษาคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียน

2.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบของนักเรียน ตามกรอบของ Topcu (2008) ซึ่งประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง (claim) การอ้างเหตุผล (justifications) จุดยืนที่แตกต่างกันออกไป (counter-position) และ ข้อแย้งเหตุผลของอีกฝ่าย (rebuttal) ซึ่งมีความหมายดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง หมายถึง สิ่งที่เป็นความคิดหรือข้อคิดเห็น เป็นความรู้สึกส่วนบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเชื่อ ค่านิยม และวัฒนธรรมในสังคมนั้นๆ

2) การอ้างเหตุผล หมายถึง สิ่งที่ใช้ในการสนับสนุนข้ออ้างที่ประกอบด้วยข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ทำให้ข้ออ้างนั้นมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3) จุดยืนที่แตกต่างกันออกไป หมายถึง ข้ออ้างที่ต่างออกไปและเหตุผลที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนข้ออ้างที่ต่างออกไปนั้น

4) ข้อแย้งเหตุผลของอีกฝ่าย หมายถึง สถานการณ์หรือหลักฐานที่ทำให้เหตุผลของผู้อื่นที่มีความแตกต่างจากของตนได้รับความน่าเชื่อถือน้อยลงและตกไป

หลังจากนั้นนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาจัดกลุ่มคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1) ดีมาก หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปและเหตุผลเสริมเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

2) ดี หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลเสริมเพื่อทำให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปมีความน่าเชื่อถือลดลงได้

3) พอใช้ หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ แต่ไม่สามารถแสดงข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปและเหตุผลเสริมได้

การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ วารสารศึกษาศาสตร์ มศว. เรื่องอาณาจักรโพธิสตา ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

4) ปรับปรุง หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปและเหตุผลเสริมได้

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยแสดงด้วยค่าความถี่และร้อยละ

หลังจากนั้นผู้วิจัยตรวจสอบความเที่ยงในการจัดกลุ่มคำตอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 2 คน และครูสาขาชีววิทยา จำนวน 1 คน พิจารณาการจัดกลุ่มคำตอบของผู้วิจัย หากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 ใน 3 ที่มีความเห็นสอดคล้องกับผู้วิจัยถือว่าการจัดกลุ่มคำตอบของผู้วิจัยมีความเที่ยง

ในด้านจริยธรรมการวิจัย ผู้วิจัยได้ขออนุญาตจากผู้อำนวยการโรงเรียนและถามความสมัครใจในการเก็บและเผยแพร่ข้อมูลจากนักเรียนรวมถึงอธิบายขั้นตอนต่างๆ ให้นักเรียนทราบ โดยนักเรียนสามารถขอยกเลิกการให้ข้อมูลการวิจัยได้ตลอดเวลา สำหรับการนำเสนอผลการวิจัยผู้วิจัยจะไม่ระบุชื่อจริงของนักเรียน แต่ใช้นามสมมติ เช่น S1 หมายถึงนักเรียนคนที่ 1 เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับนักเรียนในภายหลัง

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการก่อนและหลังเรียน เรื่องสารแอสตาแซนธิน จากสาหร่ายแดง ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการศึกษาเป็น 2 ประเด็นคือ 1) รูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียน และ 2) คุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียน

1) รูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียน การวิเคราะห์คำตอบก่อนเรียนพบว่านักเรียนจำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 56.00 มีรูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณ แต่หลังจากเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พบว่านักเรียนมีรูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการเป็นแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์สูงถึง 21 คน คิดเป็นร้อยละ 84.00 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของรูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียน

รูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ	จำนวนนักเรียน (ค่าร้อยละ)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์	5 (20.00)	21 (84.00)
2. การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของอารมณ์	6 (24.00)	1 (4.00)
3. การให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณ	14 (56.00)	3 (12.00)

การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ. เรื่องอาณาจักรโพธิสตา ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

ผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการดีขึ้นอย่างชัดเจน สังเกตได้จากคำตอบก่อนและหลังเรียน เมื่อถามนักเรียนว่ามีความคิดเห็นอย่างไรกับการบริโภคอาหารเสริมจากสาหร่ายแดง เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น ก่อนเรียนนักเรียนคนหนึ่งตอบว่า “ไม่เห็นด้วย เพราะ ของทุกอย่างต้องมีข้อเสียบ้างไม่เช่นนั้น ไม่น่าจะมีจริง และถ้าสารแอสตาแซนธินมีประโยชน์จริงอาจไม่ช่วยเจาะจงมากนัก ” (แบบทดสอบก่อนเรียนของ S1) ซึ่งเป็นรูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณ ส่วนหลังเรียนนักเรียนคนเดิมตอบว่า “เห็นด้วย เพราะสาหร่ายแดงมีผนังเซลล์ที่มีสารเมือกเหนียวเคลือบอยู่ สามารถใช้ทำวุ้นเพื่อนำไปทำอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเครื่องสำอาง และยาต่าง ๆ จึงคิดว่าสาหร่ายแดงน่าจะรับประทานได้ไม่เป็นอันตราย ” (แบบทดสอบหลังเรียนของ S1) ซึ่งเป็นรูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ และตัวอย่างคำตอบของนักเรียนอีกคนหนึ่งก่อนเรียนตอบว่า “เห็นด้วย เพราะถ้ากินเข้าไปแล้วมีประโยชน์ก็ลองกินได้ไม่มีอะไรเสียหาย ” (แบบทดสอบก่อนเรียนของ S23) ซึ่งเป็นรูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการที่อยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ ส่วนหลังเรียนนักเรียนคนเดิมตอบว่า “ไม่เห็นด้วย เพราะ อาหารเสริมจากสาหร่ายแดงมีราคาแพงมากเกินไป เราสามารถหาสาหร่ายแดงจากธรรมชาติมารับประทานได้ เช่น จี๋ฉ่าย และดิฉันคิดว่าการบริโภคอาหารให้ครบ 5 หมู่และออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอก็เป็นการดูแลสุขภาพที่ดีและพอเพียง ” (แบบทดสอบหลังเรียนของ S1) ซึ่งเป็นรูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์

แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยยังพบว่ามึนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4.00 ที่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ยังคงมีรูปแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ โดยพบว่าก่อนเรียนนักเรียนคนนี้ตอบว่า “เห็นด้วย เพราะกินแล้วมีประโยชน์และทำให้ผิวสวย ” (แบบทดสอบก่อนเรียนของ S24) ส่วนหลังเรียนนักเรียนตอบว่า “ไม่เห็นด้วย เพราะสรรพคุณเกินความจริงดูไม่น่าเชื่อถือ ” (แบบทดสอบหลังเรียนของ S24)

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่ามึนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 12.00 มีรูปแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณ ไม่เปลี่ยนแปลงทั้งก่อนและหลังเรียน โดยมีตัวอย่างของคำตอบก่อนเรียนนักเรียนคนหนึ่งตอบว่า “เห็นด้วยแต่ไม่ทั้งหมด เพราะข้อมูลบางอย่างอาจมีความผิดเพี้ยนหรือบิดเบือน ไม่น่าจะมีอะไรที่ดีไปเสียทุกอย่าง โดยไม่มีข้อเสีย ” (แบบทดสอบก่อนเรียนของ S14) ส่วนหลังเรียนนักเรียนคนเดิมตอบว่า “เห็นด้วย เพราะยังไม่มีข้อพิสูจน์ว่ามีผลเสียต่อสุขภาพ ” (แบบทดสอบหลังเรียนของ S14)

2) คุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียน จากการวิเคราะห์การตอบคำถามของนักเรียน ผู้วิจัยพบว่า ก่อนเรียนคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนอยู่ในระดับดีมากจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 และภายหลังจากเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานพบว่านักเรียนทั้งหมด 25 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 มีคุณภาพของการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของคุณภาพของการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการของนักเรียน

คุณภาพของการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการ	จำนวนนักเรียน (ค่าร้อยละ)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ดีมาก	20 (80.00)	25 (100.00)
ดี	3 (12.00)	-
พอใช้	2 (8.00)	-
ปรับปรุง	-	-

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยพบว่า แม้นักเรียนจะไม่เคยได้เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานแต่ก็สามารถให้เหตุผลอยู่ในระดับดีมากได้ เนื่องจากในการตอบคำถามของนักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปและเหตุผลเสริมเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างครบถ้วน แต่อย่างไรก็ตาม คำตอบก่อนและหลังเรียนอาจมีรูปแบบการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการที่แตกต่างกัน นอกจากนี้มีนักเรียนบางส่วนในช่วงก่อนเรียน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 12.00 มีคุณภาพของการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการอยู่ในระดับดี และนักเรียน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 8.00 มีคุณภาพของการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการอยู่ในระดับพอใช้ ดังตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนหนึ่ง ที่ก่อนเรียนตอบข้อกล่าวอ้างว่า “ไม่เห็นด้วย” โดยมีการอ้างเหตุผลว่า “สำหรับแดงมีคุณประโยชน์อยู่มาก เช่น บำรุงผิวพรรณ ช่วยป้องกันการอักเสบของร่างกาย บำรุงสายตา ฯลฯ แต่ก็ยังมีข้อเสียคือ ยังไม่ได้ศึกษาผลเสียของการรับประทานสำหรับแดง ควรรับประทานปริมาณเท่าไรจึงดี ราคาแพง” โดยไม่ตอบจุดยืนที่แตกต่างกันออกไป และข้อแย้งเหตุผลของอีกฝ่าย (แบบทดสอบก่อนเรียนของ S16) ซึ่งจัดอยู่กลุ่มคุณภาพพอใช้

อย่างไรก็ตามภายหลังจากการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานพบว่านักเรียนคนนี้มีคำตอบที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยตอบข้อกล่าวอ้างว่า “ไม่เห็นด้วย” และมีการอ้างเหตุผลว่า “จากการศึกษาพบว่า สำหรับแดง มีสารแอสตาแซนธิน ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพกว่าของทั่วไปก็จริง แต่ก็ยังไม่มีผลการวิจัยเกี่ยวกับข้อเสียของมันและปริมาณที่พอสมควรกับร่างกายเรา และยังมีราคาที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นควรที่จะรับประทานอย่างพอเหมาะ อาหารที่มีประโยชน์เป็นหลักและอาหารเสริมควบคู่ไป” โดยแสดงจุดยืนที่แตกต่างกันออกไปว่า “คงคิดว่าการรับประทานอาหารเสริมนั้น จะมีผลดีเสมอ เลยไม่คำนึงว่าถ้าหากกินเยอะก็คงไม่เป็นอะไร” และให้ข้อแย้งเหตุผลของอีกฝ่าย ว่า “ควรจะรับประทานอาหารที่เป็นประโยชน์เป็นหลัก และอาหารเสริมเป็นเรื่องรอง ไม่ควรกินจนเกินปริมาณที่เหมาะสมเพราะยังไม่มีความวิจัยถึงข้อเสียของมัน” (แบบทดสอบหลังเรียนของ S16)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับอาณาจักรโพธิสตา ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1) นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการ โดยพบว่าหลังจากการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน มีจำนวนนักเรียนที่มีรูปแบบการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการเป็นแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุผล สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน แต่อย่างไรก็ตามยังคงมีนักเรียนที่มีรูปแบบของการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ และการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณ ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งก่อนและหลังเรียน

2) นักเรียนทุกคนมีการพัฒนาระดับของคุณภาพของการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการ โดยพบว่าหลังจากการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปและเหตุผลเสริมเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ลงในแบบวัดการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการ ได้อย่างครบถ้วนทุกข้อ

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานสามารถพัฒนารูปแบบการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ โดยเปลี่ยนแปลงจากการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณและพื้นฐานของอารมณ์ เป็นการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Topcu (2008) และ หทัยชนก ชัยชนะ และคณะ (2559) ที่พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุผลมากขึ้นกว่าก่อนเรียน ซึ่งมีสาเหตุสำคัญมาจากการเน้นให้นักเรียนได้อภิปรายให้เหตุผลในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอตามกรอบการจัดการเรียนรู้ของ Levinson (2003) ที่ประกอบด้วย 1) ขั้นเตรียมการ 2) ขั้นพัฒนาทักษะ 3) ขั้นการอภิปราย และ 4) ขั้นประเมิน ซ้ำกันมากกว่า 1 ครั้ง และต่อเนื่อง โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดดังกล่าว ซ้ำกัน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 คือแผนการเรียนรู้ที่ 1 ในคาบเรียนที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ในคาบเรียนที่ 3 และ 4 ทั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่า การจัดการเรียนรู้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่องปรากฏการณ์จี๋ปลาพา แม้จะเป็นเรื่องที่ค่อนข้างไกลตัวกับชีวิตประจำวันของนักเรียน แต่เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนนักเรียนก็มีความรู้สึกร่วมไปกับประเด็นนั้นๆ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าการสอดแทรกประเด็นของคุณธรรมจริยธรรมเข้าไปก็ช่วยทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักว่าการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสังคมเป็นการช่วยหาทางออกและข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลและทำให้เกิดการยอมรับจากกลุ่มคนที่มีความคิดแตกต่างกัน

อย่างไรก็ตาม ยังพบนักเรียนที่มีรูปแบบของการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ และการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสัญชาตญาณ ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งก่อนและหลังเรียน ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้ให้เหตุว่าเรื่องที่อ่านเป็นเรื่องที่ตนเองไม่สนใจ และเป็นเรื่องที่ไม่ส่งผลกระทบต่อชีวิตของนักเรียน ซึ่งทำให้ผู้วิจัยตระหนักว่าแม้จะมีนักเรียนส่วนมากที่มีความรู้สึกร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน แต่ก็ยังมีอีกบางส่วนที่ไม่ได้สนใจเรื่องเนื้อหาแต่ให้ความสำคัญกับชีวิตประจำวันมากกว่า ซึ่งหากครูมีความตั้งใจจะพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการ โดยไม่คำนึงถึงแนวคิดในเรื่องที่เรียน ก็ควรเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือความสนใจของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dawson and Venville (2008) ที่ได้ศึกษา กลวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการ โดยใช้ประเด็นปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และพบว่า การพัฒนาทักษะดังกล่าวของนักเรียนประกอบด้วยปัจจัยสำคัญ คือ บริบทของประเด็นปัญหาของสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ บทบาทของครูที่จะดำเนินการให้มีการอภิปรายร่วมกัน ทั้งห้องเรียน การใช้คำถามชั้นนำของครู รวมถึงการมีส่วนร่วมของนักเรียน

ในส่วนของคุณภาพของการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการ ผู้วิจัยพบว่าหลังจากการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน นักเรียนทุกคนได้พัฒนาคุณภาพของการให้เหตุผลอยู่ในระดับดีมากทุกคน เพราะนักเรียนทุกคนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง การอ้างเหตุผล จุดยืนที่แตกต่างกันออกไป และ ช้อแย้งเหตุผลของอีกฝ่าย ได้อย่างครบถ้วน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Topcu (2008) อัศวิน ธีระนงปัด และคณะ (2558) ณัฐพัชร์ เสริมสุข และคณะ (2558) กฤษณา ทองประไพ และคณะ (2559) และ หทัยชนก ชัยชนะ และคณะ (2559) ที่พบว่า การที่นักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน นักเรียนสามารถพัฒนาระดับของคุณภาพการให้เหตุผลขึ้นมามีอยู่ในระดับดี และดีมาก สูงขึ้นกว่าช่วงก่อนเรียน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ข้อสังเกตเกี่ยวกับเครื่องมือในการเก็บข้อมูล พบว่าหากผู้วิจัยสร้างแบบวัดการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการที่มีประเด็นของสถานการณ์และคำถามที่ชัดเจนนักเรียนก็จะบอกข้อกล่าวอ้างด้วยการให้เหตุผลต่างๆ ได้ตามรูปแบบการให้เหตุผลอย่าง ไม่เป็นทางการตามบริบทของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ สันติชัย อนุวรชัย (2557) ที่กล่าวว่า การจะได้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หรือข้อกล่าวอ้างด้วยการให้เหตุผลด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ตรงตามบริบทของนักเรียน ครูต้องกำหนดสถานการณ์ควรเป็นคำอธิบายที่มีความชัดเจน และนอกจากนี้ยังได้เสนอเพิ่มเติมว่าควรกำหนดหลักฐานในรูปของตาราง รูปภาพ กราฟ หรือ แผนภาพ เป็นต้น อีกปัจจัยหนึ่งที่ผู้วิจัยสังเกตพบคือ อุปนิสัยของนักเรียนส่วนใหญ่ที่มีความเพียรพยายามในการตอบคำถามสามารถพัฒนาคำตอบของตนเองให้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากได้ เว้นเสียแต่นักเรียนบางคนที่ไม่มีความพยายามในการตอบคำถาม แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยก็มีความเห็นว่าการตอบคำถามหลังเรียนนั้น นักเรียนส่วนใหญ่มีการใช้คำศัพท์ทางชีววิทยาเกี่ยวกับอาณาจักรโพธิสตาเพิ่มมากขึ้น มีการแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวาง และมีหลักการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ. เรื่องอาณาจักรโพธิสตา ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ จากผลการวิจัย ผู้วิจัยพบว่า การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จะช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการเป็นแบบการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นเหตุผลและเป็นการให้เหตุผลที่มีคุณภาพ ดังนั้นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์จึงควรวิธีการดังกล่าวไปใช้เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลือกสถานการณ์ที่ยังไม่มีข้อสรุป เป็นเรื่องใกล้ตัวที่น่าสนใจ นอกจากนี้ครูยังสามารถสอดแทรกให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้านคุณธรรมจริยธรรม แนวคิดด้านเศรษฐกิจ การเมือง การปกครอง ไว้ในสถานการณ์ที่ใช้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้สามารถใช้ความรู้เชิงบูรณาการได้อย่างเต็มศักยภาพ

2) ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป จากผลการวิจัย ผู้วิจัยพบว่า การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ ผู้วิจัยสังเกตพบว่าการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการแล้ว นักเรียนยังนำความรู้เกี่ยวกับอาณาจักรโพธิสตามาใช้ประกอบการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการอีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอว่าในการทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดจากการนำวิธีการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมาใช้ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอเสนอว่า สามารถนำวิธีการนี้ไปใช้ในเนื้อหาอื่นๆ ของสาขาชีววิทยา รวมทั้งในสาขาวิชาอื่นๆ ของวิทยาศาสตร์ เช่น ดาราศาสตร์ ธรณีวิทยา เคมีและฟิสิกส์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนผู้ปกครองและครูแห่งประเทศไทย.

กฤษฎา ทองประไพ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน กฤษณา ชินสิญจน์ และอรยา แจ่มใจ. (2559). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(1), 1-14.

ณัฐพร เสริมสุข ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และอุทัยวรรณ โกวิทวดี. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หัวข้อ ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. *การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2558 (RSU National Research Conference 2015)*, 1348-1355.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21*. สมุทรปราการ: บริษัท บอส์การพิมพ์ จำกัด.

การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ. เรื่องอาณาจักรโพธิสตา ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

สันติชัย อนุวรชัย. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.

วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ., 7(2), 1-14.

หทัยชนก ชัยชนะ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และกัณทิมาณี ประเดิมวงศ์. (2559). การพัฒนาการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับ ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. *การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2558 (RSU National Research Conference 2016)*, 1348-1356.

อัสวิน ธารณะปัด ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และพัฒน์ จันทรโรทัย. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. *การจัดประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 34*, 1694-1707.

Brickell, G. J., Ferry, B. & Harper, B. (2002). Developing informal reasoning skills in ill-structured environments: A case study into problem-solving strategies. *Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education (ASCILITE)*, 1, 65-73.

Dawson VM, and Venville G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in High School Genetics. *Research in Science Education*, 40(2), 133-148.

Gelder, T. V. and A. Bulka. (2000). Reason!: Improving informal reasoning skills. *The Australian Computers in Education Conference*, 1-7

Levinson. S.E. (2003). *Issue-base teaching in science education*. Retrieved May 18, 2016, from <http://www.actionbioscience.org>

Partnership for 21st Century Skills. (2009). *Framework for 21st century learning*. Retrieved May 14, 2016, from <http://www.21stcenturyskills.org>

Sadler, T. D. (2002). *Socioscientific issue research and its relevance for science education*. Retrieved May 18, 2016, from <http://www.eric.ed.gov>

_____. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.

Sadler, T. D. and Zeidler, D. L. (2003). *Weighing non genetic engineering and morality: students reveal their ideas, expectation, and reservation*. Retrieved May 18, 2016, from <http://www.eric.ed.gov>

_____. (2004). Negotiating gene therapy controversies. *The American Biology Teacher*, 66(6), 428-433.

_____. (2005). The significance of content knowledge for informal. Reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education* , 89(1), 71-93.

การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ วารสารศึกษาศาสตร์ มศว.
เรื่องอาณาจักรโพธิสตา ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

Topcu, 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.

Yenilmez, A., Sungur, S., and Tekkaya, C. (2006). Students' achievement in relation to reasoning ability, prior knowledge and gender. *Research in Science and Technological Education*, 24(1), 129-138.

Zohar, A. and. Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35–62.