

# การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

## The Development of Critical Thinking by Using Problem based Learning Activity with Socioscientific Issue of Genetics Changes and Biotechnology for Matthayomsueksa 5 Students

สุรีย์วัลย์ พันธูระ<sup>1</sup>, สุมาลี ชูกำแพง<sup>2</sup>

Sureewan Puntura<sup>1</sup>, Sumalee Chookhampaeng<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง สอดคล้องกับการดำรงชีวิตในสังคม เป็นวิธีการที่ดีในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีเหตุผล จึงมุ่งตัดสินใจว่าอะไรควรเชื่อ อะไรควรปฏิบัติ ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างมีเป้าหมาย การตัดสินใจได้ด้วยตนเองโดยขึ้นอยู่กับเหตุผลที่พิจารณาจากหลักฐาน เนื้อหาสาระ และวิธีการต่าง ๆ ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นตามแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในกลุ่มสาระที่ตนศึกษาด้วย การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย (1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม วิชาชีววิทยา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 (2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (4) เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม รายวิชาชีววิทยา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ (5) เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ

<sup>1</sup> นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

<sup>2</sup> คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

<sup>1</sup> M.Ed. Candidate in Teaching of Science and Mathematics, Faculty of Education, Mahasarakham University

<sup>2</sup> Faculty of Science, Mahasarakham University



ใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 48 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ มีทั้งหมด 8 แผน 12 ชั่วโมง (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ (3) แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และ (4) แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ

แนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม จำนวน 20 ข้อ ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.46/81.88 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 2. ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีค่าเท่ากับ 0.7208 แสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็น ร้อยละ 72.08 3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม อยู่ในระดับดีมาก

โดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น เป็นวิธีการช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้น ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป โดยคำนึงถึงความสามารถของนักเรียนแต่ละคนเพื่อให้นักเรียนบรรลุผลตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้

**คำสำคัญ:** ปัญหาเป็นฐาน ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

## Abstract

The development of critical thinking by using problem based learning activity with Socioscientific Issue approach encourages learners to learn science from real life situations relating to human life in society, and promotes them for thoughtful carefully thinking and reasonably. So, deciding what to believe or practice. Critical thinking is thinking strategically by self-decided depend on the reason from evidence, contents and strategy. Problem-based learning was the learner-centered learning. Students learn by doing by themselves. It is in congruence with the concept of learning of the constructivist theory.



This research aimed to 1) to develop plans for organization of learning activities by using problem based learning activity with Socioscientific Issue on Biology of Genetics changes and biotechnology for Mathayomsuksa's student 5 with a required efficiency of 75/75 ; and 2) to find out effectiveness indices of the plans for Learned Using the problem based learning activity with Socioscientific Issue, 3) to compare Learning Achievement of the students who learned using the problem based learning activity with Socioscientific Issue between before learning and after learning, and 4) to compare learning achievement and critical thinking after learned by using problem based learning activity with Socioscientific Issue on Biology of Genetics changes and biotechnology between before learning and after learning, and 5) to study the satisfaction level towards organization of learning activities by using problem based learning activity with Socioscientific Issue. The sample consisted of 48 Mathayomsuksa 5 students, obtained through the cluster random sampling technique. The research instruments for data collection included (1) Plans of critical thinking by using problem based learning activity with Socioscientific Issue contains 8 plans (2) the achievement test contains 30 4-multiple choice (3) the critical thinking test contains 30 4-multiple choice and (4) the satisfaction level towards organization of learning activities test contains 20 4-multiple choice.

The findings were as follows:

1. The efficiencies of the plans for organization of learned using the problem based learning activity with socioscientific issue in the science learning strand entitled Genetics changes and biotechnology for Mathayomsuksa's student 5 were 75.83/80.65.

2. The effectiveness indices of the plans for organization of learned using the problem based learning activity with socioscientific issue in the science learning strand entitled Genetics changes and biotechnology for Mathayomsuksa's student 5 were 0.7208.

3. The students who learned using organization of learned using the problem based learning activity with socioscientific issue in the science learning strand entitled Genetics changes and biotechnology had higher learning achievement after learning than before learning at the.05 level of significance.

4. The students who learned using organization of learned using the problem based learning activity with socioscientific issue in the science learning strand entitled Genetics changes and biotechnology had higher Critical Thinking abilities after learning than before learning at the.05 level of significance.

5. The students who learned using organization of learned using the problem based learning activity with socioscientific issue in the science learning strand entitled Genetics changes and biotechnology had the satisfaction at good level.



Conclusion, the developed plans for organization of learned using the problem based learning activity with Socioscientific Issue in the science learning strand entitled Genetics changes and biotechnology for Matthayomsueksa 5 were appropriately efficient and effective. The students in the sample groups had higher learning achievement and more Critical Thinking abilities after learning. Science teachers could implement these plans in organization of leaning activities at Matthayomsueksa 6 level by regarding individual students' ability for students to achieve the established course purposes.

**Keywords:** problem-based learning, socioscientific issue, critical thinking

## บทนำ

การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาความสามารถทางอารมณ์ โดยการปลูกฝังให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของตนเอง เข้าใจตนเอง สามารถกำจัดข้อขัดแย้งทางอารมณ์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม การคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการทำหน้าที่ให้สมบุรณ์ของบุคคล ซึ่งการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณเป็นการคิดอย่างมีเป้าหมาย การตัดสินใจกำกับได้ด้วยตนเอง โดยขึ้นอยู่กับเหตุผลที่พิจารณาจากหลักฐาน เนื้อหาสาระ แนวคิด วิธีการและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่ง สอดคล้องกับลักษณะของบุคคลในสังคมแห่งการเรียนรู้ (แสวง วงษ์เจริญผล, 2551) ดังนั้น การพัฒนาความสามารถด้านการคิด ควรเน้นพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณซึ่งเป็นพื้นฐานของการคิดทั้งปวง ที่มีเป้าหมายเพื่อให้ได้ความคิดที่ผ่านการพิจารณาข้อมูล หลักฐาน และเหตุผลอย่างรอบคอบแล้ว และเมื่อบุคคลคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วได้ผ่านกระบวนการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณมาแล้ว ความคิดนั้นจะสามารถนำไปใช้ในกระบวนการอื่น ๆ ต่อไปได้

จากผลการจัดการศึกษาของไทยในปัจจุบันจะเห็นว่าการจัดการศึกษานั้นยังไม่มีคุณภาพเท่าที่ควรเมื่อเทียบกับนานาชาติ ดังที่

เห็นได้ชัดเจนจากผลการจัดอันดับของผลการประเมินโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (TIMSS) ของเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของประเทศไทย ในปี ค.ศ. 2007 2011 และ 2015 มีคะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 471 451 และ 456 ตามลำดับ (TIMSS, 2015) จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ในแต่ละปีจะมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน นั่นอาจเป็นผลมาจากเด็กและเยาวชนไทยยังไม่ได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพ ความสามารถทางวิชาการยังไม่ได้มาตรฐาน ขาดการปลูกฝังคุณลักษณะที่พึงประสงค์ เช่น การคิดเป็นเหตุเป็นผล ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ และใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) เช่นเดียวกับ โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม จากการสังเกตการณ์การสอนและสัมภาษณ์ครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา ได้พบปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือนักเรียนขาดโอกาสในการค้นคว้าหาความรู้ และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งวิชาที่เรียนยังขาดการเชื่อมโยงความรู้ในห้องเรียนกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เนื่องจากการเรียนการสอนส่วนใหญ่จะมาจากตำราในห้องเรียน ด้วยเหตุนี้เพื่อพัฒนาการ



จัดการเรียนการสอนให้บรรลุเป้าหมายจึงควรปรับรูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจของตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น อีกทั้งครูผู้สอนจะต้องค้นหาวิธีการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโลกเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาไปพร้อมกัน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ปัญหาเป็นหลัก ถ้ามองในแง่ของศาสตร์การสอน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นเทคนิคการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เผชิญหน้ากับปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดหลายรูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาประเด็นซึ่งกำลังเป็นที่ถกเถียงกันในสังคม เนื่องจากจากความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสมของแนวคิด กระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์โดยนำรูปแบบการเรียนการสอนมาเป็นยุทธศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือเพื่อปลูกฝังให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ โดยเน้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมให้เกิดความ

รู้ใหม่ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม (พินิจ ช่างวงษ์, 2551) นอกจากนี้ การนำประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มาใช้ จะส่งผลให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่สามารถพบเห็นได้ตามสื่อต่าง ๆ ซึ่งจะนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และครูผู้สอนยังสามารถสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรมในการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับสังคมอีกด้วย (ประสาธน์ เองเฉลิม, 2551) ประกอบกับรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดพิจารณาถึงประเด็นคำถามทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนตั้งขึ้นมาจากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม จะเป็นแนวทางเพื่อการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นับเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนก้าวสู่ความสำเร็จได้เป็นอย่างดี

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม



และเทคโนโลยีชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

4. เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังจากรับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

## สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## วิธีดำเนินการวิจัย

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 212 คน จาก 5 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 48 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยนำผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาสุ่มแบบกลุ่ม แล้วทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้ One-way ANOVA

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทั้งหมด 8 แผน 12 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

### ขั้นตอนการวิจัย

1. ผู้วิจัย นำ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์สอนและสัมภาษณ์ครูผู้สอนมาวิเคราะห์ผล ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และสร้างเครื่องมือ





2. นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 47 คน

3. เมื่อนำเครื่องมือวิจัยไปทดลองใช้แล้ว จึงนำมาวิเคราะห์และตรวจสอบความเหมาะสมความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ เพื่อจะพัฒนาและปรับปรุงเครื่องมือให้เหมาะสมที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4. นำเครื่องมือที่พัฒนาและปรับปรุงแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ เพื่อจัดเก็บเป็นข้อมูลการวิจัยต่อไป

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบสัมภาษณ์ การวิเคราะห์หาค่าอำนาจ

จำแนกของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ B-Index ของเบรนนัน การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตรของโลเวท และการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และ t-test (dependent sampling)

4. สถิติที่ใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ ( $E_1$ ) และ ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ ( $E_2$ )

#### ผลการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ มีประสิทธิภาพเท่ากับ  $77.58/82.35$  ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (ตาราง 1)

ตาราง 1 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

	ประสิทธิภาพกระบวนการ ( $E_1$ )	ประสิทธิภาพของผลโดยรวม ( $E_2$ )
เกณฑ์ที่กำหนด	75	75
ผลการวิเคราะห์	78.46	81.88
$E_1/E_2 = 78.46/81.88$		

2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เท่ากับ 0.7208

แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็น ร้อยละ 72.08 (ตาราง 2)



ตาราง 2 ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

กิจกรรมการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนน		ค่าดัชนีประสิทธิผล	ร้อยละ
			ก่อนเรียน	หลังเรียน		
PBL + SSI	48	1760	1101	1576	0.7208	72.08

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (ตาราง 3)

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตัวแปร	ก่อนเรียน (N=48)		หลังเรียน (N=48)		t	P
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	25.02	1.02	35.82	0.90	48.14*	0.00

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (ตาราง 4)

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตัวแปร	ก่อนเรียน (N=48)		หลังเรียน (N=48)		t	P
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	15.93	1.85	26.00	1.01	37.72*	0.00

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ผลสรุปโดยรวม ค่าเฉลี่ยของนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก (ตาราง 5)





## ตาราง 5 ร้อยละ และระดับความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียน

ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้	ร้อยละ	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านบรรยากาศการเรียน	3.63	มาก
2. ด้านการจัดการเรียนรู้	3.78	มาก
3. ด้านครูผู้สอน	3.86	มาก
4. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	3.89	มาก

## อภิปรายผล

การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ระหว่างการจัดการเรียนรู้ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประสิทธิภาพ เท่ากับ 77.58/82.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 75/75 กล่าวคือ การจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการกลุ่ม และให้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียน เพื่อให้ผู้เรียนนำความคิดเห็นของเพื่อน แต่ละคนมาพิจารณาไตร่ตรองเพื่อหาเหตุผลกับสิ่งที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สามารถพัฒนาความรู้ควบคู่กับคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมของเซดเลอร์และคณะ (Zedler and others, 2005) นักเรียนต้องได้รับทั้งความรู้วิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการตัดสินใจบนพื้นฐานการมีส่วนร่วมในทุกๆระดับ เพื่อสร้างสังคมอนาคตที่ดี การสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องมุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการรับรู้และตัดสินใจประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับสังคม

2. ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการ

เรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม พบว่าค่าดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 0.7208 ซึ่งหมายความว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 72.08 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ที่ผู้วิจัยค้นคว้าสร้างขึ้นมา ผลปรากฏเช่นนี้ เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม จะเน้นให้ครูผู้สอนได้พยายามสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติม และแสวงหาความรู้ใหม่ที่กำลังเป็นประเด็นปัญหาโต้แย้งทางสังคม เมื่อมีการค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมแล้ว จำเป็นต้องจัดกลุ่มความสำคัญของปัญหาเรียงลำดับประเด็นที่สำคัญมากที่สุด ให้นักเรียนและครูร่วมกันวิพากษ์และหาทางออกร่วมกัน วิเคราะห์ประเด็นปัญหาเป็นการวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหาว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมเป็นอย่างไร ซึ่งจะเป็นการฝึกคิดหาเหตุผล และสะท้อนตนเองว่ารู้อะไร และอยากรู้อะไรเพิ่มเติมขึ้น วางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา ครูพยายามคิดวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม และจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางที่วิเคราะห์ไว้ ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าสอดคล้องกับ สมปอง อินละคร (2553) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม



ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัด กิจกรรมการเรียน รู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีการ คิดเชิงวิพากษ์หลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียน รู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็น วิทยาศาสตร์กับสังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.02 คิดเป็นร้อยละ 82 และ นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 15.93 คิดเป็นร้อยละ 76.53 ซึ่งผ่าน เกณฑ์ร้อยละ 75 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียน รู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็น วิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทาง พันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ สามารถพัฒนา นักเรียนจนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น ซึ่ง การวิจัยเป็นเช่นนี้เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เป็นการ จัดการเรียนการสอนโดยศึกษาประเด็นที่กำลัง เป็นที่ถกเถียงกันในสังคม อันเนื่องมาจากความ คิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสม ของแนวคิดกระบวนการและเทคโนโลยี ทาง วิทยาศาสตร์ โดยนำรูปแบบการเรียนการสอน มาเป็นยุทธศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ และใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือเพื่อ ปลุกฝังให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่คิดเป็น แก้ปัญหา ได้ หรือคิดแบบวิทยาศาสตร์ที่มีทักษะการคิด วิเคราะห์ สามารถจำแนกองค์ประกอบ เห็นให้ ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้โดยเชื่อมโยงความรู้เดิมให้ เกิดความรู้ใหม่ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงขึ้น นอกจากนี้การนำประเด็นวิทยาศาสตร์กับ สังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มาใช้ จะส่งผลให้ ผู้เรียนได้ฝึกการคิดแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Griffitts (1987) ได้ศึกษากระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ที่มีต่อการพัฒนาทักษะการคิดอย่าง มีวิจารณญาณและสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการ ทดลองสอนด้วยวิธีวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติเป็น

หลัก และแบบเน้นตำราแล้วนำคะแนนความ สามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มาเปรียบ เทียบกันเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบ วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการ วิจัยปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติระหว่างการสอนทั้งสองแบบ แต่พบความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ เรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยเน้นตำรา

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อยู่ แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็น วิทยาศาสตร์กับสังคม จะมีความพึงพอใจต่อการ จัดการเรียนรู้อยู่แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิด ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม วิชาชีววิทยา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยี ชีวภาพ อยู่ในระดับดีมาก ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้แสดง ความ คิดเห็นอย่างอิสระ รวมทั้งได้ค้นคว้าข้อมูลนอก เหนือจากตำราผ่านการใช้เทคโนโลยีเข้าช่วย ทั้งนี้ ความพึงพอใจเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล เป็นการตอบ สนองต่อสิ่งเร้าภายนอก การวัดจึงวัด จากบุคลิกภาพ แรงจูงใจ การรับรู้ แต่มีข้อแตกต่าง ที่การตีความและวิธีการ เพราะบุคคลย่อมมีความ แตกต่างกันไปในเรื่องประสบการณ์และปัจจัยอื่น ๆ

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนรู้อยู่แบบใช้ปัญหา เป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์ กับสังคม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม และเทคโนโลยีชีวภาพ นักเรียนได้เรียนรู้โดย กระบวนการกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ก่อให้ เกิดความสนุกสนานและมีอิสระในการเรียน อีกทั้ง ผู้เรียนยังได้ใช้กระบวนการคิดเพื่อหาความ



เกี่ยวข้องของเนื้อหาที่เรียนกับประเด็นปัญหาที่ได้รับ จึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะนี้ให้แพร่หลายยิ่งขึ้น

1.2 เนื่องจากการจัดการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ส่วนใหญ่ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม ครูจึงควรมีการสรุปบทเรียนทุกครั้งที่ทำกิจกรรมเสร็จเรียบร้อย

## 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

### 2.1 ควรทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้

รู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ร่วมกับเทคนิคการสอนอื่นๆ เพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนขึ้นว่าแต่ละวิธีการสอนมีข้อแตกต่างกันอย่างไร รูปแบบใดมีความเหมาะสมกับนักเรียน หรืออาจศึกษากับตัวแปรอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดเชื่อมโยง เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

2.2 ควรมีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ในหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ หรือในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- ประสาธน์ เองเฉลิม. (2551). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Socioscientific. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 2(3): 99-105.
- พินิจ ขำวงศ์. (2551). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์*. เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรให้สอดคล้องกับบริบทชุมชนเมือง.
- สมปอง อินละคร. (2553). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. การศึกษาค้นคว้าอิสระ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- เสวก วงษ์เจริญผล. (2551). *การสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับครูผู้สอนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานเขต การศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานเขตตรัง เขต 1 สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.)*.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *แนวทางการวัดผลประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- Griffitts, D.C. (1987). The effect of activity – oriented science instruction on the development. *Dissertation Abstract International*, 1120-A.
- Zeidler, D.L., Walker, K.A., Ackett, W.A. and Simmons, M.L. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3): 357-377.