

**ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์
ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น***

ชวนพิศ คณะพัฒน์^{***}

ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์^{****} มนัส บุญประกอบ^{****} ประสงค์ เมธีพินิตกุล^{*****}

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบวัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวมและรายด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวมหลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีคะแนนเฉลี่ยด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม และด้านการตระหนักถึงความสำคัญและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อตนเองและสังคมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: การเรียนรู้วิทยาศาสตร์, แนวคิดการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม,
แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

* วิทยานิพนธ์การศึกษาคู่บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2559

** นิสิตปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, E-mail: kanaphat.chuanpit@gmail.com

*** ได้รับทุนอุดหนุนเพื่อทำวิทยานิพนธ์จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒและสถาบันส่งเสริมการสอวนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**** อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

***** ข้าราชการบำนาญ สถาบันพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

***** ผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย สถาบันส่งเสริมการสอวนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



The Effect of Using Science Learning Model Based on Scio-Critical and Problem-Oriented Approach and Science Technology and Society Approach to Promoting Scientific Literacy for Lower Secondary Students^{*}

Chuanpit Kanaphat^{**}

Theerapong Sangpradit^{***} Manat Boonprakob^{****} Prasong Mateapinitkyul^{*****}

Abstract

The purpose of this research was to examine the effectiveness of Science Learning Model Based on Scio-Critical and Problem-Oriented Approach and Science Technology and Society Approach to promoting scientific literacy for lower secondary students. The samples were two classrooms of Mathayomsuksa 1 students. One classroom was an experimental group studied with the developed learning model whereas the other was serving as a control group studied with the traditional instruction. Research instruments consisted of the lesson plans and the scientific literacy test. The results indicated that 1) the posttest score on scientific literacy of the experimental group was higher than the control group at the 0.01 level of statistical significance 2) the posttest score on scientific literacy of the experimental group was higher than the posttest score on scientific literacy of the control group at the 0.01 level of statistical significance and the score of Identifying Scientific Issues Explaining Phenomena Scientifically Socio-Critical discussion and An awareness of the impact of science and technology on individuals and on society were higher than the control group at the 0.01 level of statistical significance except using scientific evidence was higher than the control group non-significantly difference

Keywords: Scientific Literacy, Socio-Critical and Problem-Oriented Approach, Science Technology and Society Approach

^{*} Research Article from the thesis for the Doctor of Science Education degree Science Education Center of Srinakharinwirot University, 2016

^{**} Student in Doctor of Science Education, Science Education Center of Srinakharinwirot University, E-mail: kanaphat.chuanpit@gmail.com

Supported by Graduate School of Srinakharinwirot University and The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology

^{***} Lecturer in Science Education Center of Srinakharinwirot University

^{****} Acting Sub, Retired official Behavioral Science Research Institute, Srinakharinwirot University

^{*****} The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, Srinakharinwirot University

บทนำ

ในโลกสังคมปัจจุบันที่เป็นยุคของการสื่อสารแบบไร้พรมแดนทำให้เราสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลข่าวสารและสื่อต่างๆ ที่หลากหลายได้ง่ายและรวดเร็วไม่ว่าจะเป็น หนังสือพิมพ์ นิตยสาร ข้อความโฆษณา และข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต การพิจารณาเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลเหล่านี้ล้วนแล้วแต่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์อย่างมีเหตุผลเพื่อให้เราสามารถตัดสินใจเลือกในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของตนเองทั้งในเรื่องส่วนตัว เช่น การรู้จักเลือกกินเลือกใช้ของที่ดี ไม่หลงเชื่อในคำโฆษณาที่เกินจริง และในเรื่องทางสังคมเช่นการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบายสาธารณะในด้านต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ถูกเอาเปรียบจากฝ่ายที่มีความรู้มากกว่าเพียงฝ่ายเดียวเพื่อให้ประชาชนในชาติสามารถมีส่วนร่วมในการคิดและตัดสินใจในสังคมดังที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สิ่งสำคัญคือการพัฒนาให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy for All) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544) ซึ่งเมื่อพิจารณาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนในระบบโรงเรียน จากผลการประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment (PISA)) พบว่า การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย ร้อยละ 42.8 ยังอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับพื้นฐาน และมีประมาณหนึ่งในสามเท่านั้นที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่ระดับพื้นฐาน ในภาพรวมนักเรียนไทยมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ย 425 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยขององค์กรเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)) ถึง 76 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD เท่ากับ 501) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ส่งผลให้การรู้วิทยาศาสตร์ของประชาชนมีปัญหาตามไปด้วย โดยจะเห็นได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกของประชาชนทั่วไปตามข่าวจากสื่อมวลชนแขนงต่างๆ เช่น การกราบไหว้หรือขอหวยจากต้นไม้ประหลาดที่ออกกิ่งก้านที่มีรูปร่างคล้ายพญานาคหรือสัตว์แปลกๆ ที่มีรูปร่างหรือพฤติกรรมผิดไปจากธรรมชาติ สิ่งเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงภาพของสังคมไทยส่วนใหญ่ยังไม่ใช้สังคมที่ใช้ความรู้โดยเฉพาะความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นฐานหรือเป็นหลักยึด ไม่มีวิถีคิดที่เป็นเหตุเป็นผล ตื่นตระหนกจนขาดสติกับสิ่งใหม่ๆ ที่ต้องเผชิญขาดความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ คิดวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบอย่างมีระบบและขาดความสามารถในการตรวจสอบข่าวสารข้อมูลก่อนที่จะเชื่ออะไรลงไป (โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์, 2541; ไทยรัฐ, 2549, ออนไลน์, และจุมพล เหมะคีรินทร์, มปป, ออนไลน์)

จากปัญหาข้างต้นการพัฒนาให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นและมีความสำคัญเป็นอย่างมากซึ่งการพัฒนาให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์นั้นมีการศึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาไว้หลายแนวทางเช่น การส่งเสริมและพัฒนาทักษะทางด้านภาษาทั้ง การพูด การเขียน

การอ่านร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Baker; et al. 2009, p. 261; Webb, 2009, p. 328 และ Ritchie; Tomas; & Tones, 2011, p. 685) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่นและคำนึงถึงนักเรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน (ปาจริย์ ดีวีลเชเรส, 2549 และ Murcia, 2007, p. 18) จากแนวทางดังกล่าวก็สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิธีการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม (Socio-Critical and Problem-Oriented Approach) และแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ซึ่งเป็นแนวคิดที่ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นทักษะการคิด ไม่ว่าจะเป็นการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ อภิปราย การประเมินคุณค่า ได้แย้งอย่างมีเหตุผลในการแสดงความคิดเห็นประเด็นทางด้านวิทยาศาสตร์และสังคมจากสื่อต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นข่าวในหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ และสื่อมวลชนอื่นๆ แสดงมุมมองและการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นชอบในฐานะพลเมืองที่ดีกับการแก้ปัญหาและตัดสินใจในประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน (Eilks, 2000, p. 16) ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ในห้องเรียนกับสถานการณ์จริงในสังคมท้องถิ่นของนักเรียนที่ทำให้นักเรียนมีทั้งความรู้ในเนื้อหาวิชาและเพิ่มพูนความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการผู้เรียนจะพัฒนาทั้งความคิดสร้างสรรค์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันและกล้าตัดสินใจด้วยตนเอง (นฤมล ยุคาคม, 2542, น. 31; NSTA, 1993, p. 3, และ Yager, 1996, pp. 9-10)

จากการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของพลเมืองในประเทศตามที่กล่าวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมกับรูปแบบการเรียนรู้แบบปกติ

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

แนวคิดการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม (Socio-Critical and Problem-Oriented Approach) เป็นแนวคิดที่ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นทักษะการคิด ไม่ว่าจะเป็นการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ อภิปราย การประเมินคุณค่า ได้แย้งอย่างมีเหตุผล ในการแสดงความคิดเห็นในประเด็นทางด้านวิทยาศาสตร์และสังคมจากสื่อต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นข่าวในหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ และสื่อมวลชนอื่นๆ แสดงมุมมองและการมีส่วนร่วมแสดงความรับผิดชอบในฐานะพลเมืองที่ดีกับการแก้ปัญหาและตัดสินใจในประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน (Eilks, 2000, p. 16)

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เป็นแนวคิดที่มีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในบริบทประสบการณ์ของคน เน้นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นจริง ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการวิเคราะห์และประยุกต์ใช้แนวคิดและกระบวนการในสถานการณ์จริง ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ในห้องเรียน กับสถานการณ์จริงในสังคมท้องถิ่นของนักเรียนที่ทำให้ นักเรียนมีทั้งความรู้ในเนื้อหาวิชา และเพิ่มพูนความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการ ผู้เรียนจะพัฒนาทั้งความคิดสร้างสรรค์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันและกล้าตัดสินใจด้วยตนเอง (นฤมล ยุคาคม, 2542, น. 31; NSTA, 1993, p. 3, และ Yager, 1996, pp. 9-10)

จากแนวคิดทั้งสองข้างต้นทำให้มีการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดวิธีการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้ขึ้นตอนการสอนที่เกี่ยวข้อง สัมพันธ์ 5 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นเริ่มประเด็น (Launching) 2) ขั้นเรียนรู้ (Exploring) 3) ขั้นเชื่อมโยง (Relating) 4) ขั้นสะท้อนแนวคิด (Reflecting) และ 5) ขั้นปฏิบัติจริง (Acting)

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวมและรายด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มีการรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวมและรายด้านหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานมัธยมศึกษา เขต 29 (จังหวัดอุบลราชธานี-อำนาจเจริญ) สหวิทยาเขต 4

กลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มทดลอง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอ่างศิลา อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี สังกัดสำนักงานมัธยมศึกษา เขต 29 (จังหวัดอุบลราชธานี-อำนาจเจริญ) สหวิทยาเขต 4 จำนวน 1 ห้องเรียน

2. กลุ่มควบคุม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอ่างศิลา อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี สังกัดสำนักงานมัธยมศึกษา เขต 29 (จังหวัดอุบลราชธานี-อำนาจเจริญ) สหวิทยาเขต 4 จำนวน 1 ห้องเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

ตัวแปรตาม คือ การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศแบ่งเป็น 5 ด้าน คือ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ 4) การวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม และ 5) การตระหนักถึงความสำคัญและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อตนเองและสังคม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อบทเรียน ประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้ เวลา แนวความคิดหลัก จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยประเด็นวิทยาศาสตร์และสังคมที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในครั้งนี้ มาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นสื่อต่างๆ เช่น บทความ โทรทัศน์และหนังสือพิมพ์ เป็นต้น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชื่อบทเรียน และประเด็นทางสังคมที่ใช้

ชื่อบทเรียน	ประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้
1. พลังงานลม	การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานลมเพิ่มในประเทศไทย
2. ฝนแล้ง	ปัญหาภัยแล้ง ฝนทิ้งช่วงในภาคอีสาน
3. ลมพายุถล่ม	การรับมือกับผลกระทบของปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศในประเทศไทย
4. รูโหว่อโอโซน	ธนาคารโลกหนุนไม่ใช้สารทำลายโอโซน
5. ภาวะโลกร้อน	ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน
6. ฝนกรด	ฝนกรดทำลายพืชของชาวแม่เมาะ

2. แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 18 ข้อ โดยประเมินความสามารถของผู้เรียน 3 ด้านคือ 1) การระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ 2) การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ด้านละ 6 ข้อ และเป็นแบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ โดยประเมินความสามารถของผู้เรียน 2 ด้าน คือ 1) การวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม ประเมินค่าและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม 2) การตระหนักถึงความสำคัญและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อตนเองและสังคมด้านละ 3 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบไม่สุ่มกลุ่มตัวอย่าง ทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (Non-randomized Control Group Pretest-Posttest Design) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 35 คนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมและกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบปกติจำนวน 31 คน

2. ดำเนินการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนทดลองโดยใช้แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ

3. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทาง และการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศจำนวน 25 ชั่วโมง

4. ดำเนินการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลอง โดยใช้แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศและลมฟ้าอากาศ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งภาพรวม และรายด้านก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมโดยการหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test for dependent samples)

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งภาพรวมและรายด้านหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทาง และการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมโดยการหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test for independent samples)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมพบว่า คะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนทั้งคะแนนเฉลี่ยรวมและคะแนนเฉลี่ยรายด้านทุกด้านของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังผลที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การรู้วิทยาศาสตร์	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ด้านที่1 การระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์	35	2.46	1.34	3.91	1.29	10.12**	0.00
ด้านที่ 2 การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	35	2.51	1.31	3.94	1.43	10.37	0.00
ด้านที่ 3 การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	35	2.09	1.12	3.34	1.33	7.16	0.00
ด้านที่ 4 การวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม	35	0.86	1.03	2.26	0.98	12.73	0.00
ด้านที่ 5 การตระหนักถึงความสำคัญและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อตนเองและสังคม	35	3.00	1.06	4.20	1.2	7.88	0.00
คะแนนรวม	35	10.91	3.13	17.66	4.60	17.30	0.00

ระดับนัยสำคัญ .01

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า คะแนนเฉลี่ยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวมและรายด้าน คือ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม และการตระหนักถึงความสำคัญและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อตนเองและสังคม หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติดังผลที่แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์	n	\bar{X}	S.D	t	p
ด้านที่ 1 การระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์					
กลุ่มทดลอง	35	3.91	1.29	3.30**	0.00
กลุ่มควบคุม	31	2.94	1.09		
ด้านที่ 2 การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์					
กลุ่มทดลอง	35	3.94	1.43	2.62	0.01
กลุ่มควบคุม	31	3.03	1.38		
ด้านที่ 3 การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์					
กลุ่มทดลอง	35	3.34	1.33	1.91	0.61
กลุ่มควบคุม	31	2.77	1.01		
ด้านที่ 4 การวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม					
กลุ่มทดลอง	35	2.26	0.98	3.07	0.00
กลุ่มควบคุม	31	1.45	1.15		
ด้านที่ 5 การตระหนักถึงความสำคัญและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อตนเองและสังคม					
กลุ่มทดลอง	35	4.20	1.21	3.49	0.00
กลุ่มควบคุม	31	3.06	1.44		
คะแนนรวม					
กลุ่มทดลอง	35	17.66	4.60	3.98	0.00
กลุ่มควบคุม	31	13.23	4.41		

ระดับนัยสำคัญ .01

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวมและรายด้านทั้ง 5 ด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 อาจเป็นเพราะรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหานำทาง และการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้มาจากการนำประเด็นปัญหาทางสังคมที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยประเด็นปัญหานั้นจะต้องเป็นประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นจริง เป็นปัจจุบันที่ส่งเสริมการอภิปรายโต้แย้งกันอย่างมีเหตุผลในสังคม ไม่มีคำตอบที่ชัดเจน หรือถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ทั้งนี้ เพื่อจะได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้อภิปราย ประเมิน และตัดสินใจเกี่ยวกับมุมมองที่แตกต่างกันของคนในแต่ละกลุ่ม แต่ละอาชีพที่มีต่อประเด็นปัญหาในสังคม ซึ่งเป็นการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ต่อไปในอนาคต (Eilks, 2000, p. 16) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มาร์คและอิลคส์ (2009, pp. 231-245) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการใช้แนวคิดการใช้ปัญหานำทาง และการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม ในการจัดการเรียนการสอน พบว่า แนวคิดนี้ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูง การสื่อสาร การประเมินค่าและการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ ในสังคมของนักเรียน นอกจากนี้ ยังพบว่านักเรียนบางส่วนเมื่อได้อภิปรายและประเมินประเด็นต่างๆ ในสังคมแล้ว ไม่ได้หยุดอยู่แค่การอภิปรายในชั้นเรียน แต่ได้นำเข้ามาใช้ในชีวิตประจำวัน และในสังคมอีกด้วย

2. นักเรียนกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนในภาพรวมและรายด้าน คือ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม และการตระหนักถึงความสำคัญ และผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อตนเอง และสังคมสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนคะแนนด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีจุดเด่นที่แตกต่างจากการสอนในรูปแบบปกติ คือ การนำประเด็นทางสังคมเข้ามากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ โดยในการเรียนรู้ นักเรียนจะได้ตั้งคำถามหรือข้อสงสัยด้วยตนเอง และเรียนรู้ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง และสามารถนำองค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับประเด็นทางสังคมได้ (NSTA, 1993, p. 3; Aikenhead,

2005, p. 392) นอกจากนี้ในรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ยังช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การวิพากษ์วิจารณ์ ได้เป็นอย่างดีมีเหตุผลจากข้อมูล หรือมุมมองความคิดที่แตกต่างกัน เพื่อตัดสินใจใน ประเด็นทางสังคมได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนแล้วแต่ส่งผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของ นักเรียน(Eilk, 2000, p. 16) ซึ่งสอดคล้องกับมาร์ก; เบอร์แตรม; และอิกค์ (2008, pp. 267-276) ซึ่งทำการ วิจัยโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม เรื่องมันฝรั่ง ทอด สำหรับหรับนักเรียนเกรด 10 ในประเทศเยอรมัน เน้นการจัดกิจกรรมการอภิปรายเกี่ยวกับโภชนาการ ลดไขมันและแป้งที่นำเสนออยู่ในสื่อ เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ ในการอภิปรายเป็นไปตามกรอบ แนวคิดวิธีการใช้ปัญหำนำทาง และการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม และส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับ คาร์โบไฮเดรตและไขมัน ผลการประเมินพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิธีการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมสามารถสร้างแรงจูงใจ และส่งเสริมการอภิปราย อย่างเข้มข้นในกลุ่มของนักเรียน ส่งเสริมการคิดไตร่ตรองของนักเรียนในมุมมองของผู้บริโภค และการ รู้จักพิจารณาข้อมูลและการรายงานจากสื่อต่างๆ และจากกระบวนการทั้งหมดของแนวคิดนี้ สามารถ ส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนได้จากการสะท้อน และการประเมินภายในกรอบของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการใช้ปัญหำนำทาง และการ วิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม และแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม สามารถพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนได้ทั้ง 5 ด้าน คือ 1) ด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2) ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์ 3) ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ 4) ด้านการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม และ และ 5) ด้านการตระหนักถึงความสำคัญและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อตนเอง และสังคม ให้เพิ่มสูงขึ้นได้ ดังนั้นครูผู้สอนหรือผู้ที่สนใจสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ไปใช้ในการ พัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ โดยเลือกใช้ประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ที่กำลังเป็นเรื่องที่มีการ แสดงความคิดเห็น หรือโต้แย้งกัน ในสังคมที่สอดคล้องกับเนื้อหา และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน โดยการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น จะต้องคำนึงถึงความรู้ทางด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปด้วยความต่อเนื่อง ตามขั้นตอนของ รูปแบบการเรียนรู้และเป็นไปตามเวลาที่กำหนด

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดวิธีการใช้ปัญหำนำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม และแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยในครั้งต่อไป ควรศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดวิธีการใช้ปัญหำนำทาง และการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม และแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมในหัวข้ออื่นๆ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1 - 3) เช่น พันธุศาสตร์ สารในชีวิตประจำวัน อาหารและการบริโภคอาหาร เป็นต้น เพื่อให้เกิดการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งถือเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับศตวรรษที่ 21 และมีความพร้อมในการเป็นพลเมืองอาเซียนต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- จุมพล เหมะศิริพันธ์. (ม.ป.ป). *ศูนย์สื่อสารวิทยาศาสตร์ไทย...สะพานความรู้สู่สาธารณชน*. สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2556, จาก <http://nstda.or.th/index.php/nstda-services/620>.
- ไทยรัฐ. (2549, พฤษภาคม). *วันประหลาด อุทกภัยอัน ก่อแผ่นดินเจลดลใจ*. สืบค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2556, จาก http://news.sanook.com/crime/crime_03548.php.
- นฤมล ยุตาคม. (2542). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (Science, Technology and Society – STS Model). *ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*. 14(3), 29-48.
- ปาจริย์ ศิวสิขเรศ. (2549). *การวิจัยและพัฒนาคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญา นิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิจัยการศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ พ.ศ.2554*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2554). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- โสรัจจ์หังศ์ดามรงค์. (2541). *วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว).
- Aikenhead, Glen S. (2005). Research Into STS Science Education. *Education Quimica*. 16(3), 384-397.

- Baker, Dale R; et al. (2009). The Communication in Science Inquiry Project (CISIP): A Project to Enhance Scientific Literacy through the Creation of Science Classroom Discourse Communities. *International Journal of Environmental & Science Education*. 4(3), 259-274.
- Eilks, Ingo. (2000). Promoting Scientific and Technological Literacy : Teaching Biodiesel. *Science Education International*. 11(1), 16-29.
- Marks, Ralf; Bertram, Stefanie; & Eilks, Ingo. (2008). Learning Chemistry and Beyond with A Lesson Plan on “Potato Crisps” which follows A Socio-critical and Problem-oriented Approach to Chemistry lessons – a case study. *Chemistry Education Research and Practice*. 9, 267-276.
- Marks, Ralf & Eilks, Ingo. (2009). Promoting Scientific Literacy Using A Socio critical and Problem-Oriented Approach to Chemistry Teaching : Concept, Examples, Experiences. *International Journal of Environmental & Science Education*. 4(3), 231-245.
- Murcia, Karen. (2007). Science for The 21st Century: Teaching for Scientific Literacy in the Primary Classroom. *Teaching Science*. 53(2), 16-19.
- Nation Science Teacher Association [NSTA]. (1993). *Science/Technology/Society: A New Effort for Providing Appropriate Science for All*. Washington D.C.: The Nation Science Teacher Association.
- Ritchie, Stephen M; Tomas, Louisa, and Tones, Megan.(2011). Writing Stories to Enhance Scientific Literacy. *International Journal of Science Education*. 33(5), 685–707.
- Webb, Paul. (2009). Towards an Integrated Learning Strategies Approach To Promoting Scientific Literacy in the South African Context. *International Journal of Environmental and Science Education*. 4(3), 313 – 334.
- Yager, Robert E. (1996). *History of Science/Technology/Society as reform in the United States*. New York: State University of New York Press.

