

การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง อ้อย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Development of an Additional Stem Integrated Science Curriculum on "Sugar Cane" for the 9th Grade Students

ศิริลักษณ์ ขาวลุ่มบัว*

baramos74@hotmail.com

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์**

sunee_hae@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง อ้อย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 2) ศึกษาคุณภาพของหลักสูตรจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และจากผลการทดลองใช้หลักสูตรใน 4 ด้าน ได้แก่ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม และด้านความคิดเห็นของครูที่มีต่อหลักสูตร ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา จำนวน 81 คน และครูผู้ร่วมวิจัยจากโรงเรียนเดียวกันจำนวน 2 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีและการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า

1. ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและความสอดคล้องอยู่ในระดับมาก

2. ผลการทดลองใช้หลักสูตร พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ครูมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อหลักสูตรบูรณาการในทุกด้าน

คำสำคัญ : หลักสูตรบูรณาการ สะเต็มศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

*นิสิตระดับคุษภูษัณตติต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

**รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Abstract

The purposes of this research were: 1) to develop an additional STEM integrated science curriculum on “sugarcane” for the 9th grade students, 2) to study the quality of the curriculum by experts’ evaluation and by curriculum implementation in 4 aspects as follows: learning achievement, critical thinking ability and environmental awareness between before and after curriculum implementation and the teachers’ opinions towards the curriculum. The experimental design of One Group Pretest-Posttest Design was used to assess the quality of the curriculum. The sample used in the study consisted of 81 ninth grade students attending Nongyasaiwittaya School in the first semester of the 2014 academic year, obtained using the cluster random sampling and 2 science teachers. The data were analyzed in term of percentage, mean, standard deviation, t-test, and content analysis.

The results of the study indicated as follow:

1) The results of the curriculum evaluation by experts showed that the curriculum was appropriate at the high level and the curriculum components were internally consistent.

2) The results of the curriculum implementation showed that the mean scores of the learning achievement after were higher than before implementation at the statistically significant .01 level and higher than the criteria at the statistically significant .05 level. Critical thinking ability and environmental awareness after implementation were higher than before implementation at the statistically significant .05 level. The teachers had positive opinions towards the curriculum in every aspect.

Keywords: Integrated Curriculum, STEM Education, Academic Achievement

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ รวมทั้งพัฒนาทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (หัสชัย สิทธิรักษ์, 2551: ออนไลน์) จากการวิเคราะห์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่ายังมีลักษณะเป็นแบบแยกส่วน โดยสอนแบบเน้นเนื้อหาเป็นรายวิชา (Discipline-based model) ขาดการเชื่อมโยงเนื้อหาในรายวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนมองไม่เห็นความสัมพันธ์ของความรู้ในรายวิชาเหล่านั้น (Jacobs, 1989) นอกจากนี้ครูยังใช้การบรรยายและถ่ายทอด

เนื้อหาโดยไม่เน้นกระบวนการพัฒนาด้านการคิด ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติในรอบการประเมิน PISA 2009 ผลปรากฏว่า นักเรียนไทยมีอันดับของคะแนนเฉลี่ยด้านการรู้วิทยาศาสตร์และการรู้คณิตศาสตร์ในอันดับที่ 49 และ 52 ตามลำดับ จากประเทศที่เข้าร่วมการประเมินทั้งหมด 65 ประเทศ และมีนักเรียนถึงร้อยละ 42.8 ที่มีการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐานหรือระดับ 2 (โครงการ PISA ประเทศไทย, 2554: 170)

จากปัญหาดังกล่าว จะเห็นได้ว่าหลักสูตรบูรณาการเป็นแนวทางหนึ่งที่น่ามาใช้ในการแก้ปัญหาการเรียนการสอนแบบแยกส่วนได้ ซึ่งรูปแบบหนึ่งของการบูรณาการข้ามศาสตร์ที่ได้รับการกล่าวถึงอย่างมากคือ สะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยการนำเนื้อหาและทักษะกระบวนการของ 4 รายวิชาได้แก่ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์มาบูรณาการร่วมกันแบบสหวิทยาการ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ (Literacy) มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการค้นคว้าและพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ตลอดจนพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 และจากการศึกษาพบว่า สะเต็มศึกษา ยังประสบปัญหาใน 2 ประเด็น กล่าวคือ ประเด็นแรกงานวิจัยในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาส่วนมาก จะเน้นการส่งเสริมและการพัฒนาในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเท่านั้น ส่วนความรู้และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ยังขาดความชัดเจน ประเด็นที่สอง คือ รูปแบบของการบูรณาการหลักสูตร (Form) ตลอดจนเป้าหมาย (Function) ของสะเต็มศึกษาที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนยังไม่มี ความชัดเจน ส่งผลให้ครูขาดความเข้าใจ หรือมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการนำแนวคิดนี้ไปสูการปฏิบัติจริง (Chen, 2012) ดังนั้น แนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM โดยบูรณาการเนื้อหาและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ให้เกิดความเชื่อมโยงกับรายวิชาทั้งสามจึงมีความจำเป็นที่จะต้องได้รับการส่งเสริมเพื่อเป็นแนวทางที่ชัดเจนแก่ครูผู้สอนให้สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำหัวเรื่อง อ้อย มาใช้เป็นแกนในการพัฒนาหลักสูตร เนื่องจากผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนของโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาในจังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกอ้อยในปีการผลิต 2554/55 คิดเป็นอันดับ 6 ของประเทศ โดยที่ตั้งของโรงเรียนเป็นเขตเชื่อมต่อระหว่างอำเภอด่านช้างและอำเภอหนองหญ้าไซซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกอ้อยมากที่สุดของจังหวัดสุพรรณบุรี ดังนั้นการ

ใช้หัวเรื่องดังกล่าวมาเป็นแกนในการพัฒนาหลักสูตรจึงสอดคล้องกับบริบทในด้านการประกอบอาชีพของชุมชนและผู้เรียน จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเรื่อง อ้อย มาใช้เป็นหัวเรื่องในการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเรื่อง อ้อย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยพิจารณาคุณภาพของหลักสูตรจาก 2 ประเด็น คือ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และผลการใช้หลักสูตรใน 4 ด้านได้แก่ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม และด้านความคิดเห็นของครูที่มีต่อหลักสูตร

สมมติฐานการวิจัย

1. หลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง อ้อย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้หลักสูตรบูรณาการแบบ STEM สูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังการใช้หลักสูตรบูรณาการแบบ STEM สูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตร
4. ครูมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM

ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนแบบเจาะจงเพื่อใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง จากโรงเรียนมัธยมศึกษาทั้งหมด 3 โรงเรียนในเขตอำเภอด่านช้างและอำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัด

สุพรรณบุรี ได้กลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรีซึ่งประกอบไปด้วย 1) ครูประจำการที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 คนซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจากครูทั้งหมด 3 คน และ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 81 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) จากห้องเรียนทั้งหมด 5 ห้องเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การใช้หลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่พัฒนาขึ้น
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการใช้หลักสูตรบูรณาการ ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมและความคิดเห็นของครูที่มีต่อหลักสูตร

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. หลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง อ้อย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หมายถึง หลักสูตรที่บูรณาการเนื้อหาและกระบวนการของรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้ากับหัวข้อเรื่อง อ้อย โดยนำรูปแบบการบูรณาการแบบโยงใย (Webbed model) และแบบบูรณาการ (Integrated model) ตามแนวคิดของโฟการ์ตี (Fogarty, 1991) มาใช้ในการบูรณาการจากนั้นนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่มีการบูรณาการกิจกรรมที่หลากหลายสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2. คุณภาพของหลักสูตร หมายถึง ผลจากการพิจารณาคุณภาพของหลักสูตร 2 ประการ กล่าวคือ

2.1 คุณภาพจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เป็นคุณภาพที่ได้จากการ ประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมและความสอดคล้องของจุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่ง

เรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร

2.2 คุณภาพด้านผลการใช้หลักสูตร โดย การเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมหลังทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการกับก่อนทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการตลอดจนความคิดเห็นของครูที่มีต่อหลักสูตรหลังทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีวิธีการดำเนินการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

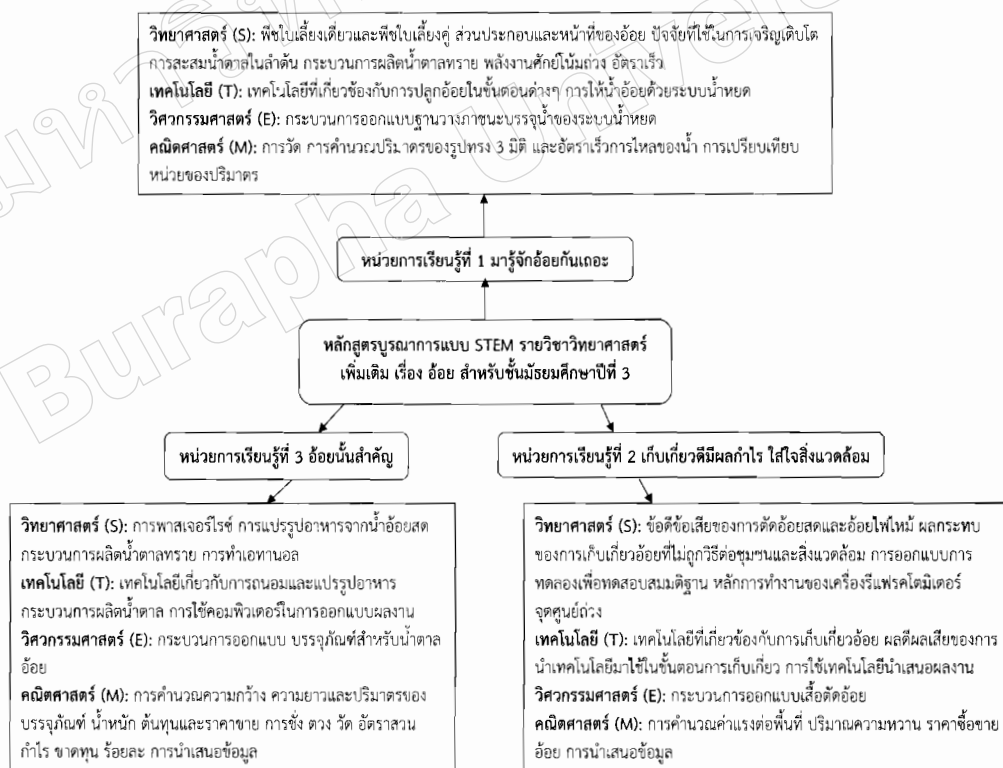
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาบริบทและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการและสะเต็มศึกษา (STEM education) รวมทั้งสำรวจสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม และความต้องการของครูในการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง อ้อย จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 คน เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการออกแบบและสร้างหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและสร้างหลักสูตร โดยนำกรอบแนวคิดที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาเป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างหลักสูตร โดยมีองค์ประกอบโครงสร้างหลักสูตรดังนี้ 1) สภาพปัญหาและความจำเป็น เป็นการกล่าวถึงความเป็นมา ความสำคัญ และเหตุผลของการพัฒนาหลักสูตร 2) หลักการคือมุ่งส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจเรื่องอ้อยผ่านกิจกรรมตามหลักสูตรบูรณาการแบบโยงใยและแบบบูรณาการของ 4 รายวิชาที่สอดคล้องการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม 3) จุดมุ่งหมาย เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการของ 4 รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับอ้อย นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์

และเทคโนโลยีมาใช้ในการแก้ปัญหาและพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม 4) โครงสร้างเนื้อหา แบ่งหน่วยการเรียนรู้ ออกเป็น 3 หน่วย รายละเอียด แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 1 5) รูปแบบและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น 6) สื่อและแหล่งเรียนรู้ ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ และ 7) แนวทางการวัดและประเมินผลโดยมีการประเมินผลก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำหลักสูตรไปหาคุณภาพจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องของแต่ละองค์ประกอบของหลักสูตร แล้วปรับปรุงหลักสูตรให้สมบูรณ์ตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้และหาคุณภาพหลักสูตร ในขั้นนี้ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการออกเป็น 2

ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษานำร่อง (Pilot study) กับนักเรียนของโรงเรียนด้านช่างวิทยา จำนวน 15 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงในระหว่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ.2557 เพื่อศึกษาปัญหาอุปสรรคระหว่างการใช้หลักสูตร ความชัดเจนในการใช้ภาษา รูปแบบของใบกิจกรรมรวมทั้งความเหมาะสมของกิจกรรม เวลาและสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้หลักสูตรกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียน 81 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โดยก่อนการทดลองใช้หลักสูตรกับผู้เรียน ผู้วิจัยได้ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .781, .727 และ .747 ตามลำดับ และดำเนินการทดสอบหลังเรียนเมื่อทดลองใช้หลักสูตรแล้วเป็นเวลา 40 ชั่วโมงโดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับการทดสอบก่อนเรียนรวมทั้งสัมภาษณ์ความคิดเห็นของครูผู้ร่วมวิจัยที่มีต่อหลักสูตร



ภาพประกอบที่ 1 ผังหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง อ้อย

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร โดยนำผลจากการทดลองใช้หลักสูตรมาประกอบการประเมินและปรับปรุงหลักสูตรในส่วนที่ยังมีข้อบกพร่อง เพื่อให้หลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง อ้อย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตร พิจารณาจากการทดสอบ t-test for dependent samples เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้ สถิติ One sample t-test และวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ครูผู้ร่วมวิจัยโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง อ้อย ก่อนและหลังการใช้หลักสูตรฯ และคะแนน เฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้หลักสูตรฯ กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)

การทดสอบ	N	df	\bar{x}	S.D.	ร้อยละ	t	p	t_2	p
ก่อนเรียน	81	80	12.52	2.39	41.73	25.180**	.000	2.433*	.017
หลังเรียน	81	80	20.23	2.72	67.43				

* $p < .05$ ** $p < .01$

หมายเหตุ

t_1 แทน ค่า t-test dependent เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้หลักสูตรฯ

t_2 แทน ค่า t-test dependent เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้หลักสูตรฯ กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)

3. เมื่อพิจารณาในภาพรวม พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกด้าน ผลปรากฏดังตารางที่ 2

ผลการวิจัย

1. ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของหลักสูตรฯ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ตั้งแต่ 3.93-4.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 3.50 ที่กำหนด นั่นคือ ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าทุกองค์ประกอบของโครงสร้างหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ส่วนผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของหลักสูตรฯ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.8-1.0 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 0.5 ที่กำหนดไว้ นั่นคือ ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าทุกองค์ประกอบของโครงสร้างหลักสูตรมีความสอดคล้องกัน

2. คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังการใช้หลักสูตรฯ

ด้าน	N	df	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
1. การนิยามปัญหา	81	80	4.34	1.69	5.30	1.44	4.139**	.000
2. การพิจารณาตัดสินข้อมูล	81	80	3.54	1.59	4.93	1.49	6.393**	.000
3. การตั้งสมมติฐาน	81	80	4.96	2.31	6.22	1.95	5.818**	.000
4. การสรุปและประเมินข้อสรุป	81	80	4.27	1.86	5.57	1.86	5.555**	.000
รวม	81	80	17.12	5.29	22.01	4.34	10.300**	.000

** $p < .01$

4. เมื่อพิจารณาในภาพรวม พบว่าคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมหลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมหลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรทุกด้าน โดยคะแนนเฉลี่ยด้านการอนุรักษ์ดินและการอนุรักษ์อากาศหลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านการอนุรักษ์น้ำและการอนุรักษ์ทัศนียภาพหลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการใช้หลักสูตรฯ

ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม	N	df	ก่อนการใช้หลักสูตร		หลังการใช้หลักสูตร		t	p
			\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
1. การอนุรักษ์ดิน	81	80	3.30	1.03	3.70	0.70	2.975**	.004
2. การอนุรักษ์น้ำ	81	80	3.80	0.66	4.06	0.70	2.271*	.026
3. การอนุรักษ์อากาศ	81	80	3.43	1.05	3.81	0.66	2.679**	.009
4. การอนุรักษ์ทัศนียภาพ	81	80	3.70	0.77	3.97	0.67	2.192*	.031
ภาพรวม	81	80	3.11	1.03	3.52	0.79	2.613*	.011

* $p < .05$ ** $p < .01$

5. ครูที่เข้าร่วมสังเกตการสอนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรฯ ที่พัฒนาขึ้นมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อหลักสูตรทั้งในด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้และด้านการวัดและประเมินผล

อภิปรายผล

ผู้วิจัยจะขอเสนอผลการวิจัยใน 2 ประเด็น คือ 1) ผลการพัฒนาหลักสูตรฯ และ 2) ผลการทดลองใช้หลักสูตรฯ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผลการพัฒนาหลักสูตรฯ

หลักสูตรฯ ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและความสอดคล้องอยู่ในระดับมาก อาจเนื่องมาจาก ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาหลักสูตรตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ เริ่มจากการศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องตลอดจนการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักการและเหตุผล สภาพปัญหาที่แท้จริงตลอดจนความจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร สอดคล้องกับแนวคิดของ ทาบ่า (Taba, 1962) ที่ว่า ขั้นตอนที่สำคัญของการพัฒนาหลักสูตร ได้แก่ การวิเคราะห์ความต้องการและสภาพปัญหาของโรงเรียนและชุมชน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการกำหนดจุดมุ่งหมายและออกแบบหลักสูตรให้ตรงกับความต้องการของชุมชน จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวและข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ไปเป็นกรอบแนวทางในการออกแบบและสร้างหลักสูตร ทำให้หลักสูตรฯ ที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบครบถ้วนสอดคล้องกันทั้งองค์ประกอบภายในและแผนการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้การประเมินองค์ประกอบของหลักสูตรของผู้เชี่ยวชาญในด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ปรับปรุงหลักสูตรตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ส่งผลให้หลักสูตรมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้การเชื่อมโยงเนื้อหาของ 4 รายวิชาเข้ากับหัวเรื่อง “อ้อย” ที่สอดคล้องกับบริบทและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน โดยนำรูปแบบการบูรณาการแบบโยงใย (Webbed model) และรูปแบบบูรณาการ (Integrated model) มาใช้ทำให้การเรียนรู้มีความหมายมากขึ้น สอดคล้องกับข้อดีของรูปแบบการบูรณาการทั้งสองรูปแบบที่เป็นการนำประเด็นที่อยู่ในความสนใจหรือเรื่องใกล้ตัวของผู้เรียนมาเป็นหัวข้อ

ในการบูรณาการ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องเดียวกันในหลายๆ แง่มุม สามารถเรียนรู้ได้หลายวิชาในเวลาอันจำกัด เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง มองเห็นภาพเป็นองค์รวมและเป็นการเรียนรู้อย่างสมดุล (Fogarty, 1991: 63-64) สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุพรรณิ พรหมศิริ (2552: 68) ที่พัฒนาหลักสูตรบูรณาการโดยใช้รูปแบบการบูรณาการแบบโยงใยและบูรณาการการเรียนรู้แบบสอดแทรก พบว่าหลักสูตรมีคุณภาพในระดับดีมาก

2. ผลการใช้หลักสูตรฯ

ผลการทดลองใช้หลักสูตรฯ สามารถแยกอภิปรายในประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

2.1 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหลักสูตรฯ ที่พัฒนาขึ้นเป็นหลักสูตรบูรณาการแบบสหวิทยาการที่เชื่อมโยงเนื้อหาและกระบวนการของ 4 รายวิชาได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยใช้หัวเรื่องที่สอดคล้องกับบริบทและประสบการณ์ใกล้ตัวของผู้เรียนเป็นแกนในการบูรณาการทำให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาและสิ่งต่างๆ รอบตัวอย่างมีความหมายเป็นองค์รวมได้ลึกซึ้งมากกว่าเรียนแบบแยกส่วนเป็นรายวิชา สอดคล้องกับคำกล่าวของ ฟิโอเรียลโล และ เซ็น (Fioriello, 2011 Chen, 2012) ที่ว่า การบูรณาการแบบ STEM เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาเชิงลึกได้มากขึ้นจากการบูรณาการเนื้อหา ทักษะกระบวนการที่สัมพันธ์กันของทั้ง 4 รายวิชาเข้าด้วยกันอย่างเป็นองค์รวมแทนการเรียนรู้แบบแยกส่วน และ สิริพัชร เจษฎาวิโรจน์ (2548: 13-14) และ ทาบ่า (Taba, 1962) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรบูรณาการ โดยสร้างหัวข้อเรื่องขึ้นแทนการสอนเนื้อหาเป็นรายวิชาโดยนำหลักการและเนื้อหาสาระจากสาขาวิชาต่างๆ มาสัมพันธ์กัน ทำให้นักเรียนมีความลึกซึ้ง เข้าใจในความหมายของ

เนื้อหาสาระและสิ่งที่เรียนโดยองค์รวม สามารถกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความคิดและตระหนักถึงการเชื่อมโยงระหว่าง ความรู้ ความคิดและสิ่งอื่นๆ รอบตัวได้ดีขึ้น สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาจัดระเบียบใหม่ให้เหมาะสมกับตน เป็นองค์ความรู้ของตนเอง ส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และจากการอภิปรายซักถามนักเรียนในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยที่ 1 และ 2 นั้นพบว่า ผู้ปกครองของนักเรียนประมาณร้อยละ 70 ประกอบอาชีพทำไร่ไถ้อ้อย และนักเรียนประมาณร้อยละ 50 มีประสบการณ์ด้านการปลูกอ้อยและการตัดอ้อยมาก่อน สอดคล้องกับหลักการเลือกหัวข้อเรื่องในการพัฒนาหลักสูตรที่ว่าหัวข้อของหลักสูตรบูรณาการอาจได้มาจากปัญหา เหตุการณ์หรือประเด็นที่สอดคล้องกับชุมชน ชีวิตประจำวันและความสนใจของผู้เรียน หรือสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ (Meinbach; Fredericks; & Rothlein, 2000: 15) และสอดคล้องกับหลักการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการของ นิกิตินา (Nikitina, 2005: 266) ที่ว่า การบูรณาการหลักสูตรแบบ STEM ต้องคำนึงถึงหลักสำคัญ 3 ประการ คือ เนื้อหาวิชา (Content) การกระตุ้นโดยใช้สถานการณ์ปัญหา (Problem solving) และความสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน (Context) ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้พัฒนาและทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองใช้สูงกว่าก่อนใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (สุวิมล ทองคำหอม, 2552: 76-78; ชนินันท์ พุกษ์ประมุข, 2554: 134-140)

2.2 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลัง การใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหลักสูตรฯ ที่พัฒนาขึ้นได้แทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องมาให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดโดยเริ่มจากการกำหนดประเด็นปัญหา การพิจารณาตัดสินใจข้อมูล

การตั้งสมมติฐานและการสรุปและประเมินข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับการจัด การเรียนรู้สำหรับการคิด (Teaching for thinking) ที่เป็นการแทรกทักษะการคิดเข้าไปในเนื้อหาวิชา เพื่อเพิ่มความสามารถในการคิดของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในสิ่งที่เรียน จนสามารถขยายแนวความคิดของตนเองได้ (Brandt, 1984: 3) นอกจากนี้ยังนำเทคนิคต่างๆ เช่น การตั้งคำถามให้เกิดการอภิปรายโต้แย้ง วิเคราะห์ผลดี ผลเสีย จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เช่น ข้อดีข้อเสียของการตัดอ้อยสดโดยใช้แรงงานคนและการใช้รถตัดอ้อยกับการตัดอ้อยไฟไหม้มาใช้ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามหาหลักฐานมาประกอบให้เห็นถึงผลดี ผลเสียของแต่ละด้านเพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกวิธีการตัดอ้อยที่ดีที่สุดในพื้นฐานของหลักฐานที่มีอยู่ วิธีการนี้ช่วยฝึกให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ อภิปรายและโต้แย้งโดยใช้หลักแห่งเหตุและผล อันเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Bernstein, 1985; citing Walker, 2003) นอกจากนี้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ของหลักสูตร ประกอบไปด้วยกิจกรรมเชิงบูรณาการที่ดำเนินกิจกรรมตามวัฏจักรการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ออกแบบสิ่งต่างๆตามสถานการณ์ปัญหาและเงื่อนไขที่กำหนดตามแนวคิดของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยผู้เรียนจะต้องนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ มาบูรณาการร่วมกันจึงจะสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ สอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการศึกษาแบบ STEM ที่ต้องคำนึงถึงหลักใหญ่ๆ 2 ประการ คือ ฝึกทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการสืบเสาะควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหา โดยมีกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งให้เกิดการบูรณาการเนื้อหาของ 4 รายวิชาเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Kendrick, 2012: 9) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะยัง

ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะการให้เหตุผล เนื่องจากกระบวนการนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดหาความรู้ แนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเองคล้ายการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Meyrick, 2011: online) ผ่านกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทั้งการทำงานเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มโดยมีการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน สอดคล้องกับ สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2541: 328) ที่กล่าวว่า บรรยากาศในห้องเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่ครูต้องสร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น แม้ว่าจะมีความคิดเห็นแตกต่างจากผู้อื่น ผ่านการอภิปรายในชั้นเรียน โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นสนับสนุนให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของคำตอบที่ได้มากกว่าการบอกว่าผิดหรือถูกแต่เพียงอย่างเดียว การจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้

2.3 คะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนโดยภาพรวมหลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหลักสูตรฯที่พัฒนาขึ้นมีการบูรณาการความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมลงในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำประเด็นเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนมาใช้ในการจัดกิจกรรม ให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ประเด็นปัญหา สาเหตุและแนวทางแก้ไข ปัญหาจากสถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมจากสื่อรูปแบบต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การอภิปราย การอ่านบทความ การทำงานกลุ่ม การแสดงบทบาทสมมติ การได้วาที การทำผังมโนทัศน์ การเขียนคำขวัญ ซึ่งแนวคิดนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ไคคิน (Daikin, 2010: online) ที่พบว่า การใช้สื่อและรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลาย ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจและมีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ครูยังแทรกประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมในระหว่างขั้นตอนของการจัดกิจกรรม เช่น นำกระดาษที่ใช้แล้วเพียงหน้า

เดียวมาให้ผู้เรียนเขียนผังมโนทัศน์เพื่อฝึกให้ผู้เรียนใช้กระดาษให้ครบทั้งสองหน้า ซึ่งการแทรกกิจกรรมหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ เกิดความรู้และความเข้าใจจนพัฒนาเป็นความตระหนักในที่สุด

2.4 ครูผู้สอนมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อหลักสูตรฯ ที่พัฒนาขึ้นในทุกด้าน ซึ่งสามารถแยกอภิปรายผลในด้านต่างๆ ตามหัวข้อของการสัมภาษณ์ ดังต่อไปนี้

2.4.1 ครูมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้ อาจเป็นเพราะหลักสูตรได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมาใช้ซึ่งวิธีการนี้สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมตามกระบวนการของ 4 รายวิชาของหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดหาคำตอบด้วยตนเองผ่านการอภิปรายโดยใช้กระบวนการกลุ่ม มาใช้ในการแก้ปัญหาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงโดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก สอดคล้องกับ บลูม (Bloom, 1976) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีการโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียน มีการส่งเสริมการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับทฤษฎีสมรรถนิยม ที่เชื่อว่ากระบวนการสร้างความรู้ความเข้าใจเกิดจากตัวผู้เรียนโดยอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ได้ประสบการณ์ใหม่ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของผู้เรียน และเกิดการปรับความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ดังนั้น วิธีการจัดการเรียนรู้ที่นำเทคนิควิธีการและกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นหาความหมายของประสบการณ์เหล่านั้นด้วยตนเองผ่านการอภิปรายโดยใช้กระบวนการกลุ่ม โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อฝึกให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและทำกิจกรรมด้วยตนเองจนเกิดการเรียนรู้จึงทำให้ครูผู้ร่วมวิจัยมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้ของหลักสูตร

2.4.2 ครูมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อเนื้อหาอาจเป็นเพราะ เนื้อหาที่นำมาใช้ในการบูรณาการหลักสูตรนั้นสอดคล้องกับชีวิตจริงด้านการประกอบอาชีพของผู้ปกครองและของผู้เรียน นอกจากนี้เนื้อหาทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ยังมีความต่อเนื่องกันโดยเรียงลำดับความรู้จากง่ายไปยากเริ่มจากความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอวัยวะเชื่อมโยงไปสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนของการเก็บเกี่ยว แล้วสรุปปิดท้ายด้วยการนำอวัยวะไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ โดยในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 นั้นมีการนำความรู้เดิมที่ผู้เรียนเคยเรียนมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 มาเชื่อมโยงกับหัวเรื่องอ้อย โดยฝึกให้ผู้เรียนอภิปรายความแตกต่างของอ้อยกับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวชนิดอื่นๆ และเชื่อมโยงความรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงเข้ากับการสร้างน้ำตาลของอ้อย จากนั้นมีการอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุป สอดคล้องกับ เวชฤทธิ์ อังกะภักขจร (2556: 29) ที่กล่าวว่า การนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ ผ่านการใช้คำถามนำช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น นอกจากนี้เนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรยังได้มาจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นในขั้นตอนของการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการเพื่อการพัฒนาหลักสูตรฯ ของครุวิทยาศาสตร์ 1 ท่านซึ่งเข้าร่วมเป็นครูผู้ร่วมวิจัยในครั้งนี้ จากปัจจัยดังกล่าวจึงอาจส่งผลให้ครูมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อเนื้อหาของหลักสูตร

2.4.3 ครูมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อสื่อ/แหล่งเรียนรู้ อาจเป็นเพราะ ผู้วิจัยมีการนำสื่อหลายรูปแบบมาใช้ในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการจัดการเรียนรู้ เช่น เกม วิดีทัศน์ เพลง ใบกิจกรรม สื่อของจริง อุปกรณ์การทดลอง นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดเตรียมและนำสื่อการเรียนรู้มาใช้ในกิจกรรม

2.4.4 ครูมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อการวัดและประเมินผล อาจเป็นเพราะผู้วิจัยนำวิธีการประเมินผลหลายรูปแบบมาใช้ในการประเมินผู้เรียน เช่น แบบทดสอบ การตรวจใบกิจกรรม แบบฝึกหัด ชิ้นงาน

การประเมินการนำเสนอผลงาน การสังเกตพฤติกรรม การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน การบันทึกเวลาเรียน การเขียนอนุทิน ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายมาใช้ในการประเมินและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องควรมีนโยบายในการส่งเสริมให้ครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องมีการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการและจัดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อประสิทธิผลสูงสุดของการนำหลักสูตรไปใช้

1.2 การนำหลักสูตรไปใช้ควรคำนึงถึงบริบทด้านต่างๆ ของโรงเรียนตลอดจนตารางเวลาในการดำเนินการใช้หลักสูตร ซึ่งครูผู้สอนอาจปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมกิจกรรมรวมทั้งแหล่งเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสม โดยหากโรงเรียนตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ไม่ห่างจากโรงงานน้ำตาลและต้องการให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้จากแหล่งผลิตน้ำตาลจริง ควรนำหลักสูตรนี้ไปใช้ในภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษาเนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่โรงงานน้ำตาลเปิดหีบ จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการผลิตน้ำตาลได้ชัดเจนมากขึ้น

1.3 ก่อนนำหลักสูตรบูรณาการที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ครูผู้สอนควรศึกษารายละเอียดต่างๆ ของหลักสูตรทั้งในด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตเนื้อหาหลักสูตร กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ข้อเสนอแนะในการใช้หลักสูตรตลอดจนเอกสารประกอบหลักสูตรให้เข้าใจเพื่อให้สามารถนำหลักสูตรไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมากที่สุด

1.4 ครูผู้สอนอาจพัฒนาหลักสูตรแบบข้ามสาระวิชา (Transdisciplinary curriculum) ที่นำแนวทางของการจัดกิจกรรมเชิงบูรณาการ เน้นการออกแบบชิ้นงาน และทดลองปฏิบัติกิจกรรมตามแนวทางของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์

โดยให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่องตามความสนใจของตนเอง แล้วจัดทำในรูปของโครงงานวิทยาศาสตร์บนฐานคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลการใช้หลักสูตรฯ ในประเด็นอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการโดยนำแนวคิดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ไปบูรณาการร่วมกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ เช่น วิชาศิลปะ หรือความสามารถทางภาษาในวิชาภาษาไทย

เอกสารอ้างอิง

- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ชนินันท์ พุกษ์ประมุข. (2554). *การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์แบบสหวิทยาการเรื่องเสียงในเครื่องดนตรีไทย สำหรับนักเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้วิธีการสอนแบบบูรณาการ*. ปรินญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.
- เวชฤทธิ์ อังกะภัทรขจร. (2556). *การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสถิติและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ไปสู่ชีวิตจริงโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. *วารสารศึกษาศาสตร์*. 24(2): 15-33.
- สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์. (2548). *การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: บั๊ค พอยท์.
- สุพรรณิ พรหมศิริ. (2552). *การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี: กรณีศึกษาการพัฒนาความรู้ความเข้าใจและทักษะการผลิตชิ้นงานศิลปะพื้นบ้านด้วยใบจาก*. *วารสารศึกษาศาสตร์*. 1-2(5): 51-66.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2541). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิมล ทองคำหอม. (2552). *การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาในอำเภอเทพา สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาสงขลา เขต 3*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและประเมิน). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่ายเอกสาร.
- หัสชัย สิทธิรักษ์. (2551). *ความสำคัญของวิทยาศาสตร์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 กันยายน, 2556, จาก http://race.nstru.ac.th/home/e-weblog/member/%20hussachai/index.php?entry_id=42
- Bloom B.S. (1976). *Human characteristics and school learning*. New York: McGraw-Hill.
- Brandt, R. (1984). *Teaching of thinking, for thinking, about thinking*. Retrieved April 24, 2013, from www.ascd.org/ASCD/pdf/.../ed.../el_198409_brandt.pdf

- Chen, Grace. (2012, 3 February). *The rising popularity of STEM: A crossroads in public education or a passing trend?* Retrieved July 29, 2013, from www.publicschoolreview.com/articles/408
- Daikin. (2010). *Environmental education program developed for elementary schools: Opportunity to Raise Awareness among Both Children and Daikin Employees*. Retrieved May 27, 2013, from http://www.daikin.com/csr/feature2010/05_1.html
- Fioriello, Patricia. (2011). *Understanding the basics of STEM education*. Retrieved July 29, 2013, from <http://drpconsults.com/understanding-the-basics-of-stem-education/>
- Fogarty, R. (1991). Ten ways to integrate curriculum. *Education Leadership*. 49(2): 61-65.
- Jacobs Hayes H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and Implementation*. Alexandria,VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Kendrick, K.M. (2012). *STEM Integration: An analysis of an integrated unit*. The University of Texas at Austin. Retrieved October 12, 2014, from <http://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/ETD-UT-2012-08-6305>
- Meinbach A. M.; Fredericks A.; and Rothlein L. (2000). *The complete guide to thematic units: Creating the integrated curriculum*. 2nd. Massachusetts: Christopher-Gordon Publishers.
- Meyrick, K.M. (2011). How STEM Education Improves Student Learning. *Meridian K-12 School Computer Technologies Journal*. 14(1). Retrieved August 29, 2013, from <http://ncsu.edu/meridian/summer2011/meyrick/print.html>
- Nikitina, S. (2005). Three strategies for interdisciplinary teaching: Contextualizing, conceptualizing, and problem-centering. *Journal of curriculum studies*. 38(3): 251-271.
- Taba, Hilda. (1962). *Curriculum development*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Walker, Stacy E. (2003). Active learning strategies to promote critical thinking. *Journal of Athletic Training*. 38(3): 263-267.