

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

EFFECTS OF STEM EDUCATION ON PROBLEM SOLVING AND
LEARNING ACHIEVEMENTS OF 11TH GRADE STUDENTS

Received: October 26, 2020

Revised: November 16, 2020

Accepted: December 23, 2020

มาริสา หอมดวง^{1*} สมศิริ สิงห์ลพ² เชษฐ ศิริสวัสดิ³

Marisa Homduang^{1*} Somsiri Singlop² Chade Sirisawat³

*Corresponding Author, E-mail: Maririsa688@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี จำนวน 31 คน ซึ่งเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ห้องเรียนปกติ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก จำนวน 5 แผน แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร สถิติที่ใช้ในการวัดข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ในการทดสอบสมมติฐาน และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยาย ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีการคิดแก้ปัญหาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.81 มีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 34.30 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 47.96 และมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 16.20

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา การคิดแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

¹ นิสิตระดับปริญญาโท คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

² อาจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Abstract

The purposes of this research were to study problem solving thinking and learning achievement of eleventh-grade students using STEM education. The research design was an action research which composed of 4 steps; Plan, Act, Observe and Reflect. The sample group of this research was 31 eleventh grade students who studied in a regular scientific course at Piboonbumpen Demonstration School, Burapha University, Chonburi Province in the first semester of 2019 academic year. The instruments of the research were; 5 lesson plans using STEM education on the topic of nervous system and sense organs, problem solving test, learning achievement test and ended cycle test. The data were analyzed by percentage, mean, standard deviation, comparing the pretest and posttest scores using relative gain score and content analysis. The results of this study indicated that the problem solving thinking percentage after using STEM education was 79.81 and relative gain score was 34.30%, the learning achievement percentage of nervous system and sense organs topic after using STEM education was 47.96 and relative gain score was 16.20%.

Keywords: STEM Education, Problem Solving Thinking, Learning Achievement

บทนำ

การคิดเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาและเผชิญสถานการณ์ เมื่อบุคคลเผชิญกับข้อมูลสิ่งแวดล้อมหรือสถานการณ์ใดๆ ที่มีความขัดแย้งหรือก่อให้เกิดปัญหา ผู้ที่มีความสามารถในการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่มีทักษะในการคิดแก้ปัญหาจะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบและมีความถูกต้อง (สุวิทย์ มูลคำ, 2549, หน้า 14) ในปัจจุบันปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมีความซับซ้อนมากกว่าในอดีต (อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2553, หน้า 195) ผู้คิดแก้ปัญหจะต้องศึกษาถึงสาเหตุที่มาของปัญหา ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน และพยายามคิดค้นหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดเพื่อจะแก้ไข การคิดแก้ปัญหาจึงถือว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการคิดทั้งหมด และเป็นสิ่งสำคัญต่อวิธีการดำเนินชีวิตของสังคมมนุษย์ ซึ่งจะต้องใช้การคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2553, หน้า 151) นอกจากนี้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 24 ยังได้กล่าวไว้ว่า การจัดการกระบวนการเรียนรู้ ต้องฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ รวมถึงการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ดังนั้น การศึกษาจะต้องให้ความสำคัญในการพัฒนา ฝึกฝนเยาวชนทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียนให้มีโอกาสฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาให้มาก (สุวิทย์ มูลคำ, 2549, หน้า 16) ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของไทยในอดีตที่ผ่านมา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการบรรยาย และท่องจำ ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้ใช้ทักษะในการค้นคว้าข้อมูลการเรียนรู้ไม่มีการบูรณาการ (ชนาธิป พรกุล, 2557, หน้า 2) ครูเป็นแค่ผู้ให้ความรู้ นักเรียนเป็นผู้รับความรู้เพียงอย่างเดียว การจัดการเรียนการสอนดังกล่าวนี้ไม่สามารถทำให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดและการแก้ปัญหาได้ (ชนาธิป พรกุล, 2557, หน้า 2) ครูในยุคสมัยใหม่นี้ จึงจำเป็นต้องคิดค้น หรือนำวิธีการและเทคนิคใหม่ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดเป็นและแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะ นอกจากนี้ยังมีข้อมูลสนับสนุนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กไทยยังจำเป็นต้องเร่งพัฒนา

จากผลคะแนนสอบ O-NET (Ordinary National Educational Test) ในปีการศึกษา 2560 ที่ผ่านมามีแนวโน้มต่ำลงเกือบทุกวิชา รวมทั้งวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย และ ผลการดำเนินโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ในปี พ.ศ. 2552 2555 และ 2558 ยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ที่ 425 444 421 คะแนนตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในปี พ.ศ. 2555 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด แต่ถึงอย่างไรคะแนนก็ยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าครึ่งระดับ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552; 2555; 2558, หน้า 10; 18; 5) โดยการประเมินของ PISA เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน หรือเรียกว่าความฉลาดรู้ (Literacy) ซึ่งการคิดแก้ปัญหาก็เป็นอีกหนึ่งทักษะที่ต้องใช้ในชีวิตจริงด้วย จากผลคะแนนระดับชาติที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดจะหาวิธีการสอน หรือเทคนิค ที่จะช่วยในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิดแก้ปัญหามากขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ แล้วพบว่า แนวทางหนึ่งของผู้วิจัยสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ คือการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ และตลอดจนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน สะเต็มศึกษา ยังเป็นการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง มีโอกาสได้คิดค้นสิ่งใหม่และนำความคิดตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชา มีทักษะการทำงานกลุ่ม และทักษะการสื่อสาร รวมถึงผู้เรียนพัฒนาการคิด (พรทิพย์ศิริภัทราชย์, 2556, หน้า 50-51) โดยสะเต็มศึกษามีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ การสอนให้เด็กรุ่นใหม่มีทักษะการแก้ปัญหาพัฒนาวิธีคิด เพื่อให้ก้าวทันโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เน้นการแก้ปัญหาเป็นหลัก โดยมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาในเรื่องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น อาทิตยา พูนเรือง (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เอนไซม์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) สอดคล้องกับธีรวิภา ไชยเดช และคณะ (2560) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ พบว่า สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ โดยนักเรียนร้อยละ 95.8 มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงหลังจากการจัดการเรียนรู้ และเช่นเดียวกับดวงพร สมจันทร์ตา (2559) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เรื่องกายวิภาคของพืชตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งพบว่านักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) นอกจากนี้สะเต็มศึกษา จะช่วยพัฒนาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนแล้ว ยังส่งผลให้ผู้เรียนได้นำองค์ความรู้ที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มาประยุกต์ใช้ในการเรียน ทำให้ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังงานวิจัยที่ได้กล่าวมา

จากปัญหาและการศึกษา แนวคิดและงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลายแนวคิดด้วยกัน แต่หลักการสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นไปในทางเดียวกัน คือการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการ 3 สาขาวิชา และใช้โครงงานเป็นฐาน การแก้ปัญหาเป็นฐาน หรือใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และมีขั้นตอนที่ชัดเจน เข้าใจง่าย โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การระบุปัญหา การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง การวางแผนและพัฒนา การทดสอบและประเมินผล และการนำเสนอผลลัพธ์ มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อช่วยพัฒนาการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ซึ่งเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาจำนวนมาก และมีความซับซ้อน จากผลการสอบของนักเรียนในปีที่ผ่านมา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนี้ไม่สูงนัก ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะศึกษาวิจัยในเรื่องนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

คำถามของการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่งผลต่อการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างไร

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 31 คน ซึ่งมีผลการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง เป็นนักเรียนชาย 13 คน นักเรียนหญิง 18 คน ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ในการเลือกกลุ่มเป้าหมาย

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 การคิดแก้ปัญหา

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ดังนี้

3.1 การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต และเซลล์ประสาท

3.2 การทำงานของเซลล์ประสาท

3.3 ศูนย์ควบคุมระบบประสาท

3.4 การทำงานของระบบประสาท

3.5 อวัยวะรับความรู้สึก

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลาในการทำวิจัยทั้งสิ้น 5 สัปดาห์ รวมจำนวน 15 ชั่วโมง

รูปแบบการวิจัย

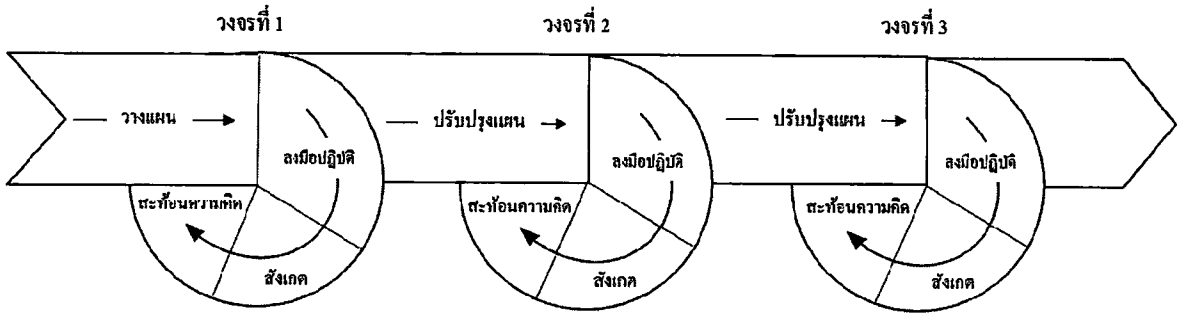
ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยดำเนินการผ่านขั้นตอน 4 ขั้นตอน PAOR (Plan, Act, Observe, Reflect) ต่อเนื่องกัน 4 วงจร ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งวงจรปฏิบัติงานดังนี้ วงจรที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2, วงจรที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4, วงจรที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 โดยผู้วิจัยได้แบ่งแต่ละวงจรตามปริมาณและความสอดคล้องกันของเนื้อหา ซึ่งแต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (plan) เป็นขั้นที่มีการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่จะใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งจัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2. ขั้นลงมือปฏิบัติ (action) เป็นขั้นที่ทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 5 แผน 15 ชั่วโมง รวมทดสอบก่อนและหลังเรียน ในแต่ละคาบเรียนจะทำการบันทึกหลังการสอน โดยบันทึกสิ่งที่ผู้วิจัยได้พบเจอ ปัญหาต่างๆ รวมทั้งวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาในระหว่างการจัดการเรียนรู้

3. ขั้นสังเกต (observe) เป็นขั้นที่ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติในชั้นเรียน เช่น ใบงาน ใบกิจกรรมต่างๆ รวมทั้งบันทึกหลังการสอนที่ผู้วิจัยได้บันทึกในแต่ละชั่วโมง และการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและการปฏิบัติการสอนของตนในห้องเรียน เพื่อนำไปสู่การสะท้อนความคิดในขั้นตอนต่อไป

4. ขั้นสะท้อนความคิด (reflect) เป็นขั้นที่แสดงข้อมูลที่เกิดจากการเรียนรู้ ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติทั้งหมด ทั้งข้อดี และข้อบกพร่อง เพื่อนำไปวางแผน ปรับปรุง และแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งถัดไป



ภาพที่ 1 แบบแผนการวิจัยตามแนวทางของ Kemmis and McTaggart (1988)

เครื่องมือที่ใช้ในวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก จำนวน 5 แผน ใช้การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน จำนวน 15 ชั่วโมง ตัวอย่างเช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เป็นการให้นักเรียนออกแบบและสร้างชิ้นงาน เพื่อให้เข้าใจเรื่องการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตมากยิ่งขึ้น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนต้องหาวิธีการที่จะทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถส่งกระแสประสาทได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา (โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมและถูกต้องของเนื้อหาความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้) เท่ากับ 4.30, 4.47, 4.42, 4.37 และ 4.37 ตามลำดับ และได้มีการปรับการใช้ภาษาในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความชัดเจนมากขึ้น และปรับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มากขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. แบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก แบบมีสถานการณ์ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์และชีวิตประจำวัน ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir, 1974) ซึ่งประกอบด้วย ชั้นระบุปัญหา ชั้นวิเคราะห์ปัญหา ชั้นเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา และชั้นตรวจสอบผลลัพธ์ จำนวน 32 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 1.00 ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.36-0.75 ค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.21-0.64 และมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ .76 และมีการปรับการใช้คำในแต่ละสถานการณ์ รวมถึงข้อคำถามในแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาให้มีความชัดเจน และสอดคล้องกับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้และครอบคลุมพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ทั้ง 6 ด้าน คือ ด้านการจำ ด้านการเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการประเมินค่า และด้านการคิดสร้างสรรค์ ใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.21 - 0.71 ค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.21 - 0.57 และค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.77 และมีการปรับการใช้คำในแต่ละข้อคำถามเพื่อให้ตรงกับพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ในแต่ละด้าน ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4. แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา จำนวนชุดละ 2 สถานการณ์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 8 ข้อ รวมแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรทั้งหมดมี ชุดละ 18 ข้อ โดยกำหนดพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกที่ต้องการวัด 6 ด้าน คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การประเมินและการสร้างสรรค์ และข้อสอบการแก้ปัญหาจำแนกตามองค์ประกอบของการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ โดยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.39 – 0.64 ค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.21 – 0.43 และมีการปรับการใช้คำในแต่ละสถานการณ์ รวมถึงข้อคำถามให้มีความชัดเจน สอดคล้องกับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ รวมถึงการปรับการใช้คำในข้อคำถามเพื่อให้ตรงกับพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ในแต่ละด้าน ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

วิธีการดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
2. ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา จำนวน 32 ข้อ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงแก้ไขแล้ว รวมทั้งสิ้น 54 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมงในการทำแบบทดสอบ

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก จำนวน 15 ชั่วโมง แบ่งวงจรกิจยเชิงปฏิบัติการเป็นทั้งหมด 3 วงจร เมื่อสิ้นสุดแต่ละวงจรมีการทดสอบท้ายวงจร โดยดำเนินการตามแนวทางของ Kemmis and McTaggart (1988) พร้อมทั้งบันทึกหลังการสอนทุกครั้ง

- 3.1 แบบทดสอบท้ายวงจรที่ 1 ใช้เมื่อสิ้นสุดการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ประกอบด้วย เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง (แผนที่ 1) และ เรื่อง เซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท (แผนที่ 2)

- 3.2 แบบทดสอบท้ายวงจรที่ 2 ใช้เมื่อสิ้นสุดการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ประกอบด้วย เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาท (แผนที่ 3) และ เรื่อง การทำงานของระบบประสาท (แผนที่ 4)

- 3.3 แบบทดสอบท้ายวงจรที่ 3 ใช้เมื่อสิ้นสุดการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ประกอบด้วย เรื่อง อวัยวะรับความรู้สึก (แผนที่ 5)

4. ทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน และประเมินการคิดแก้ปัญหาเมื่อสิ้นสุดการทดลองด้วยการประเมินผลงานของนักเรียน

5. นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (X) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ร้อยละของคะแนนหลังเรียน การวิเคราะห์จากคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) พร้อมทั้งการนำเสนอผลการวิจัยเชิงบรรยาย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลใน 3 ประเด็น ดังนี้

1. การศึกษาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ผลการศึกษาพัฒนาการการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนพัฒนาการด้านการคิดแก้ปัญหา โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียน

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (32 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (32 คะแนน)	ร้อยละ (%) (หลังเรียน)	คะแนนพัฒนาการ (%)
1	4	14	45.16	37.04
2	9	22	70.97	59.09
3	11	20	64.52	45.00
4	16	23	74.19	46.67
5	24	24	77.42	00.00
6	15	22	70.97	43.75
7	8	23	70.97	60.87
8	20	26	83.87	54.55
9	17	24	77.42	50.00
10	21	22	70.97	10.00
11	4	27	87.10	85.19
12	9	18	58.06	40.91
13	26	26	83.87	00.00
14	24	25	80.65	14.29
15	27	28	90.32	25.00
16	24	28	90.32	57.14
17	22	25	80.65	33.33
18	24	25	80.65	14.29
19	26	26	83.87	00.00
20	22	24	77.42	22.22

ตารางที่ 1 คะแนนพัฒนาการด้านการคิดแก้ปัญหา โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (32 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (32 คะแนน)	ร้อยละ (%) (หลังเรียน)	คะแนนพัฒนาการ (%)
21	20	21	67.74	9.09
22	28	29	93.54	33.33
23	20	27	87.10	63.64
24	26	28	90.32	40.00
25	28	28	90.32	00.00
26	28	29	93.54	33.33
27	25	25	70.97	00.00
28	28	29	93.54	25.00
29	27	28	90.32	16.67
30	25	26	83.87	71.43
31	21	29	90.63	72.73
	20.39	24.87	79.81	34.30
S	7.36	3.51	11.41	24.28

หมายเหตุ คะแนนพัฒนาการต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 0.00

คะแนนพัฒนาการสูงสุดเท่ากับร้อยละ 85.19

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.87คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.51 โดยเมื่อวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการแล้วพบว่า นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 34.30 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 24.28

2. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ผลการศึกษาพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)	ร้อยละ (%) (หลังเรียน)	คะแนนพัฒนาการ (%)
1	6	7	23.33	4.17
2	10	12	40.00	10.00
3	11	13	43.33	10.53
4	8	15	50.00	31.82
5	11	14	46.66	15.79
6	11	16	53.33	26.32
7	12	16	53.33	22.22
8	6	13	43.33	29.17
9	10	13	43.33	15.00
10	10	10	33.33	0.00
11	12	15	50.00	16.67
12	7	13	43.33	26.09
13	9	16	53.33	33.33
14	15	18	60.00	20.00
15	14	17	56.67	18.75
16	16	21	70.00	35.71
17	15	16	53.33	6.67
18	16	18	60.00	14.29
19	10	13	43.33	15.00
20	11	12	40.00	5.26
21	12	13	43.33	5.56
22	12	20	66.67	44.44
23	12	15	50.00	16.67
24	14	15	50.00	6.25
25	14	15	50.00	6.25
26	14	15	50.00	6.25
27	6	12	40.00	25.25
28	12	13	43.33	5.56
29	13	15	50.00	11.76
30	15	17	56.67	13.33
31	7	8	26.67	4.35
	11.32	14.39	47.96	16.20
S	2.97	3.02	10.06	10.96

หมายเหตุ คะแนนพัฒนาการต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 0.00

คะแนนพัฒนาการสูงสุดเท่ากับร้อยละ 44.44

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.39 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.02 โดยเมื่อวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการแล้ว พบว่านักเรียนมีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยร้อยละ 16.20 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.96

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการศึกษาคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามวงจรที่ 1-3 (PAOR)

วงจรที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ 1 และ 2 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง และเรื่องเซลล์ประสาทและการทำงานของเซลล์ประสาท จากการนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 และชี้แจงถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ขั้นปฏิบัติ (Act) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 บันทึกผลการสอน ตรวจสอบฝึกหัดและใบงานของนักเรียนหลังจากดำเนินการสอนครบวงจร ขั้นสังเกต (Observe) สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน และใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรหลังจบการเรียนการสอนในวงจรที่ 1 พบว่านักเรียนได้คะแนนการทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 ในส่วนการคิดแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.93 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.35 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ขั้นสะท้อนผล (Reflect) จากการตรวจสอบทดสอบท้ายวงจร ใบงาน และการสังเกตชั้นเรียน พบว่า นักเรียนบางกลุ่มยังสับสนข้อมูลได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องเรียนต้องคอยกำชับบ่อยๆ และกำหนดขอบเขตให้ชัดเจน นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน

วงจรที่ 2 ขั้นวางแผน (Plan) ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 เรื่อง ศูนย์ควบคุมระบบประสาทและ เรื่อง การทำงานของระบบประสาท โดยการกำชับให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้สืบทอดมาใช้ในการทำกิจกรรมและผู้วิจัยกำหนดขอบเขตเนื้อหาให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 บันทึกผลการสอน ตรวจสอบฝึกหัดและใบงานของนักเรียนหลังจากดำเนินการสอนครบวงจร ขั้นสังเกต (Observe) สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน และใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรหลังจบการเรียนการสอนในวงจรที่ 2 พบว่า นักเรียนได้คะแนนการทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 ในส่วนการคิดแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.32 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.03 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ขั้นสะท้อนผล (Reflect) จากการตรวจสอบทดสอบท้ายวงจร ใบงาน และการสังเกตชั้นเรียน พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนมีคะแนนแบบทดสอบท้ายวงจรเพิ่มขึ้นจากวงจรก่อนหน้า นักเรียนบางคนสามารถระบุสถานการณ์และกำหนดขอบเขตการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น และสามารถสืบทอดข้อมูลและนำมาใช้ในการเรียนรู้ได้

วงจรที่ 3 ขั้นวางแผน (Plan) ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เรื่องอวัยวะรับสัมผัส ผู้วิจัยได้นำการสะท้อนผลจากวงจรที่ 2 มาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและตั้งใจฟังกลุ่มที่นำเสนอ เพื่อให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 บันทึกผลการสอน ตรวจสอบฝึกหัดและใบงานของนักเรียนหลังจากดำเนินการสอนครบวงจร ขั้นสังเกต (Observe) สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน และใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรหลังจบการเรียนการสอนในวงจรที่ 3 พบว่า นักเรียนได้คะแนนการทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 ในส่วนการคิดแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.54 คะแนน จาก

คะแนนเต็ม 12 คะแนน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน **ขั้นสะท้อนผล (Reflect)** จากการตรวจแบบทดสอบท้ายวงจร ใบบาง และการสังเกตชั้นเรียน พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนมีคะแนนแบบทดสอบท้ายวงจรเพิ่มขึ้นจากวงจรก่อนหน้า นักเรียนมีความคุ้นเคยกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างดี นักเรียนหลายคนสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 มีพัฒนาการการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เป็นไปในทางที่ดีมากขึ้น

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. นักเรียนมีการคิดแก้ปัญหาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (Stem Education) คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.81 และมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 34.30 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาโดยการลงมือปฏิบัติตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาบูรณาการร่วมกัน ครูผู้สอนมีหน้าที่ชี้แนะช่วยเหลืออำนวยความสะดวก ต่างจากการจัดการเรียนรู้แบบเดิมที่ครูเป็นผู้บรรยายเพื่อให้ความรู้ และนักเรียนเป็นผู้ฟังเพื่อรับความรู้เพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับผลการวิจัยของ อาทิตยา พูนเรือง (2559) ที่พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในการระบุปัญหาขั้นวิเคราะห์ปัญหาขั้นการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการมุ่งเน้นเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการประกอบอาชีพที่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้การคิดแก้ปัญหาช่วยในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และสามารถประกอบอาชีพได้เป็นอย่างดี (Catherine, 2012) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee (2015) ที่ศึกษาการบูรณาการชีววิทยาเข้ากับ STEM หรือที่เรียกว่า BTEM ที่เพิ่มทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยนักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง โดยการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ ส่วนการใช้เทคโนโลยีจะช่วยให้นักเรียนได้ข้อมูลต่างๆ เพิ่มเติมตามความต้องการ และคณิตศาสตร์ใช้เป็นเครื่องมือในการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบและการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์มาบูรณาการร่วมกันจึงจะสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของ สสวท. ที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ มีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นระบุปัญหา (Identify a Challenge) 2) ขั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) 3) ขั้นวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) 4) ขั้นทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) และ 5) ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานี้สามารถพัฒนาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้ โดยพบว่า มีนักเรียนทั้งหมด 7 คน ที่มีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์อยู่ในระดับสูง และมีนักเรียน 1 คน ที่มีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์อยู่ในระดับสูงมากอีกทั้งจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนคะแนนการคิดแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ทำให้ทราบว่า

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนได้สูงกว่าก่อนเรียน เช่น นักเรียนเลขที่ 11 มีคะแนนก่อนเรียนจาก 4 คะแนน เป็น 27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 32 คะแนน นอกจากนี้ยังมีนักเรียนเลขที่ 1, 2 และ 7 ที่พบว่า มีคะแนนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนมาก สอดคล้องกับการศึกษาของธีรภา ไชยเดช และคณะ (2560) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ พบว่า สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ โดยนักเรียนร้อยละ 95.8 มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงหลังจากการจัดการเรียนรู้ และสอดคล้องกับอาทิตย์ ฉิมกุล และคณะ (2560) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนเท่ากับ 76.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 75 จัดอยู่ในระดับดีมาก และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่เหลือจัดอยู่ในกลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งนักเรียนในกลุ่มนี้มีคะแนนการคิดแก้ปัญหาก่อนเรียนค่อนข้างสูงอยู่แล้ว จึงทำให้คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้เป็นสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ให้นักเรียนฝึกการคิดแก้ปัญหา โดยการใช้การบูรณาการสาขาวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยให้นักเรียนได้ทดลองคิด ออกแบบวางแผนแก้ปัญหาร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งจะก่อให้เกิดข้อมูลที่เกิดจากความคิดมีความหลากหลายมีเหตุผล และมีความคิดอย่างเป็นระบบเมื่อนักเรียนเกิดปัญหาจะพยายามหาเหตุผลจากหลักการหลายๆ อย่าง เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ก็จะทำให้เกิดการค้นคว้า การรวบรวมข้อมูล และพิจารณาในการประกอบการตัดสินใจ ซึ่งถือว่าเป็นทักษะที่สำคัญที่พัฒนากระบวนการคิด (Ennis, 1993) และการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง มีการวางแผน การออกแบบ เพื่อนำมาแก้ปัญหาคำถามการสรุปความคิดผ่านการระดมสมอง การอภิปรายและการทำงานร่วมกับผู้อื่นเมื่อเผชิญกับปัญหาที่ท้าทายและไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง เมื่อได้รับคำแนะนำหรือความช่วยเหลือจากเพื่อนที่มีประสบการณ์มากกว่า จะทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาก็เกิดการเรียนรู้ขึ้นได้ (Vygotsky, 1978) ซึ่งจากผลการทดลองนี้ ผู้วิจัยได้พบว่า นักเรียนจะรู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหาเมื่อได้ลงมือทำด้วยตัวเอง และเมื่อไม่มีสิ่งใดมาปิดกั้นความคิด การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา นอกจากจะสามารถพัฒนาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้แล้วนั้น ในขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเอง และรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นรวมถึงนำความคิดเห็นนั้นๆ มาวิเคราะห์ที่ได้มากขึ้นด้วย

หลังจากการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเกตจากการตอบคำถาม การเขียนตอบคำถามในใบกิจกรรมร่วมกับการตรวจแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา และพฤติกรรมมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น ซึ่งจากที่กล่าวมาเป็นข้อยืนยันได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนได้

2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 47.96 และมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 16.20 จะเห็นได้ว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนและคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยไม่สูงเท่าที่ควร ซึ่งนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์มากที่สุดคือนักเรียนเลขที่ 22 คิดเป็นร้อยละ 44.44 และ

มีคะแนนหลังเรียน 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.67 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อใช้เป็นความรู้พื้นฐานในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น ผู้วิจัยเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก ชี้แนะแนวทาง และให้คำปรึกษาเท่านั้น นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ยังมุ่งเน้นการทำกิจกรรมตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งเป็นการนำความรู้ที่กว้างและหลากหลายมาประยุกต์ใช้ ทำให้องค์ความรู้ที่นักเรียนได้รับอาจจะไม่ครอบคลุมตัวชี้วัดทั้งหมดที่ผู้วิจัยใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเนื้อหาเรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเรื่องที่มีเนื้อหาค่อนข้างซับซ้อน การให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้เรื่องนี้อาจจะยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ตามหากดูจากค่าเฉลี่ยโดยรวมแล้วยังถือว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษายังมีค่าสูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับอับดุลยามีน หะยีซาเดร์ (2560) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และสอดคล้องกับอาทิตย์ ฉิมกุล และคณะ (2560) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนเท่ากับ 75.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 จัดอยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถพัฒนาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกได้ แต่ยังไม่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีเท่าที่ควร ดังนั้นหากครูผู้สอนนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ ควรพิจารณาถึงความเหมาะสมของเนื้อหาที่จะสอนด้วย
2. จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่มีการเพิ่มขึ้นไม่มากนัก อาจเป็นไปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เหมาะสำหรับเนื้อหาที่นักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้และทำความเข้าใจด้วยตนเองได้ ในบางหน่วยการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาที่ซับซ้อน ยากแก่การเข้าใจ อาจจะไม่เหมาะกับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมีความจำเพาะเจาะจงในบริบทของประชากรในชั้นเรียนที่ผู้วิจัยทำการทดลองเท่านั้น ผู้นำไปใช้ควรระมัดระวังในการนำผลการวิจัยนี้ไปใช้อ้างอิงถึงประชากรอื่นที่มีบริบทแตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากการวิจัยครั้งนี้ ขณะที่ผู้วิจัยได้ทดลองใช้แผนจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่าต้องมีการปรับปรุงแผนจัดการเรียนรู้ รวมถึงต้องเพิ่มความชัดเจนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ และมีสิ่งที่จะต้องคำนึง ดังข้อเสนอแนะต่อไปนี้

1. ในจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรมีการปรับเปลี่ยนขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้เข้ากับความเหมาะสมของนักเรียน เนื้อหาที่ใช้สอน และวัสดุอุปกรณ์ เนื่องจากจะทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้และช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยที่ผู้เรียนจำเป็นต้องศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ ออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างเป็นระบบเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ดังนั้นครูผู้สอนควรเตรียมสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศในห้องเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

3. ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยควรเน้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชิงลึก และให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อนำมาแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ชนาธิป พรกุล. (2557). การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรภา ไชยเดช, สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และวิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์. (2560). การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 8(1). 51-66.
- ดวงพร สมจันทร์ตา, มนตรี มณีภาค และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2559). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคของพืช. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติครุศาสตร์ ครั้งที่ 1 (หน้า 354). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). การพัฒนาการคิด. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- พรทิพย์ สิริภัทราชชัย. (2556). Stem Education กับการพัฒนาในศตวรรษที่ 21. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 33(2), 49-56.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2549). กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อาทิตยา พูนเรือง. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เอนไซม์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- อาทิตย์ ฉิมกุล. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2554). การพัฒนาทักษะความคิดระดับสูง. นครปฐม: โอ.คิว.บุ๊คเซ็นเตอร์.
- อัปเดตยามีน หะยีชาเดร์, ณัฐวิทย์ พจนตันติ, ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ และแววฤดี แววทองรักษ์, ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 30(1), 171-181.
- Catherine, G., Kenney, E. L., Gortmaker, S. L., Lee R. M. and Thayer, J. C. (2012). Increasing Water Availability During Afterschool Snack: Evidence, Strategies, and Partnerships from a Group Randomized Trial. *American Journal of Preventive Medicine*, 43(3), 136-142.
- Ennis, R. H. 1985. A logical basic of measuring critical thinking skill. *Educational Leadership*. 43(october): 45-48.
- Kemmis, S. and R. McTaggart. 1988. *The Action Research Planner*, Geelong, Victoria: Deakin University Press.5
- Lee H., Osman K. (2015). *K-12 STEM Education*, From learntechlib.org.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Weir, J.J. 1974. "Problem Solving Every body's Problem", *The Science Teacher*. 4, 16-18.