

ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา เรื่อง ของแข็ง ของเหลว
และแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Grade 10 Students' Problem Solving Ability Using Problem Centered Learning Model
in Solid Liquid and Gas

กนกขวัญ มารยาท (Kanokkwan Marayat)* ดร.ขวัญใจ กนกเมธากุล (Dr.Kwanjai Kanokmedhakul)**
รัตนา มหาชัย (Ratana Mahachai)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาในเรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ 1) สร้างงานปัญหา 2) การแก้ปัญหา เป็นกลุ่ม และ 3) การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนารีนุกูล ในจังหวัดอุบลราชธานี ประเทศไทย โดยมีรูปแบบงานวิจัยเป็นการวิจัยก่อนการทดลอง ทำการศึกษาแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 7 แผน 14 คาบ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนได้แก่ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา 3) ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นการตรวจสอบการแก้ปัญหา จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนและจัดกลุ่มคำตอบตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา 4 ระดับ พบว่านักเรียนมีระดับคะแนนที่สูงขึ้นในทุกขั้นตอนของความสามารถในการแก้ปัญหา แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหามีผลพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนได้

ABSTRACT

The purpose of this study was to promote students' problem solving ability in the topic of solid, liquid and gases by using Problem Centered Learning Model (PCLM), Which consists of three steps. They were problematic tasks, cooperating groups and sharing. The study was conducted on grade 10 students at Narinukul Secondary School Ubonratchathani, Thailand. Research designed was pre-experimental research with one group pretest posttest design. Research tools were 1) 7 lesson plans 14 periods and 2) An open-ended questions were used to assess students' problem solving ability consisting 4 categories. They were understanding the problem, devising a plan, carrying out the plan and looking back over the process. The rubric score was use to interpret students' problem solving ability into four levels. The results showed that students have higher level of problem solving in all categories revealed the improvement in their ability to problem solving in the topic studied.

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหา ของแข็ง ของเหลวและแก๊ส

Key Words: Problem Centered Learning Model, problem solving ability, solid liquid and gases

* นักศึกษา หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

สังคมโลกในศตวรรษที่ 21 เป็นสังคมในยุคโลกาภิวัตน์ที่ได้เข้าสู่สังคมแห่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย และทำให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างมาก การพัฒนาวิคิด และมีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ ทำให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (กรมวิชาการ, 2546) การมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จะช่วยให้การดำเนินชีวิตในยุคปัจจุบันและทำให้มีการเลือกใช้ชีวิตศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนพร้อมที่จะป้องกันและแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นพัฒนาความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควบคู่ไปกับการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ จึงเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาในสังคมโลกในปัจจุบัน ซึ่งมีความสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดให้ความสามารถในการคิดและความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยกระทรวงศึกษาธิการได้เสนอแนะกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งธรรมชาติของวิชาส่วนใหญ่แล้วต้องให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์และได้ฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกแห่งยุคสังคมพลวัต จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่สถานศึกษาต้องให้ความสำคัญในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ซึ่งการคิดวิเคราะห์นี้จะเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องด้วยตนเอง และในปัจจุบัน เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้มีปัญหาและความต้องการใหม่ๆเกิดขึ้นมากมาย

จะต้องใช้การคิดวิเคราะห์เพื่อที่จะประมวลผลข้อมูลสรุป วิเคราะห์ วิจัย ประอบการพิจารณาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542)

แม้ว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะให้ความสำคัญกับความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยภาระเป็นสมรรถนะหนึ่งของผู้เรียนต้องมี แต่จากรายงานผลการประเมินการเรียนรู้ของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) ที่ทำการประเมินการเรียนรู้ของเยาวชนใน 3 ด้านคือ การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ผลการประเมิน PISA 2012 พบว่าการประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานของประเทศสมาชิก OECD (โครงการ PISA ประเทศไทย, 2555) ซึ่งสิ่งที่ PISA เน้นคือความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความเข้าใจในเนื้อหาของข้อสอบที่ซับซ้อน

เคมีเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นรอบตัว เนื่องจากหัวข้อในวิชาเคมีมีความสัมพันธ์เกี่ยวกับโครงสร้างของสาร ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับนามธรรม ผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นและสัมผัสได้ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถรับรู้ได้โดยตรง (Kozma, Russell, 1997; Taber, coll, 2002) เคมีจึงเป็นวิชาที่ยากและมีนักเรียนจำนวนมากมีโมดคติลาดเคลื่อน (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2551) โดยเรื่องของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เป็นอีกหนึ่งหัวข้อที่มีความยาก (อารมณ, 2541) นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจโมดคติที่ลาดเคลื่อนเกี่ยวกับของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ในเรื่องการระเหย อัตราการระเหย และความดันไอของเหลว (Campolat, 2006) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาเคมีที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้

มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้และมีปฏิสัมพันธ์กับองค์ความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยผ่านการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาเป็นแนวทางหนึ่งจะช่วยในการพัฒนานักเรียนให้มีความเข้าใจและมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์

จากสภาพปัญหาข้างต้น การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมหรือจัดประสบการณ์ต่างๆที่ให้กับนักเรียน เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือให้นักเรียนได้เสาะแสวงหาค้นคว้า และสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเองจะสามารถพัฒนาสติปัญญาและความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่นักเรียนต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการสืบค้น เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นจะเก็บเป็นข้อมูลในสมองได้อย่างยาวนาน (กรมวิชาการ, 2546)

จากสภาพปัญหาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำให้สูงขึ้นได้ ดังนั้นในงานวิจัยจะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ของแข็ง ของเหลวและแก๊ส โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา (Problem Center Learning Model) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) สร้างงานปัญหา 2) การแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม 3) การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Wheatley, 1991) โดยการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา นักเรียนได้มีโอกาสเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งจากการคิดหาคำตอบ คิดแก้ปัญหา และเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหาตามระดับความสามารถของผู้เรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนารีนุกูล โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา

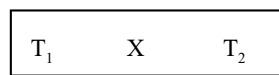
ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนารีนุกูล ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานีที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 29 คน
2. พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นการตรวจสอบการแก้ปัญหา

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยก่อนการทดลอง (Pre-experimental Research) โดยมี การทดสอบก่อนและทดสอบหลังเรียนแบบกลุ่มเดียว (One-group pretest - posttest Design) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา มีรูปแบบวิจัยดังนี้ (พวงรัตน์, 2540)



เมื่อ T_1 คือ การวัดความสามารถการแก้ปัญหาก่อนจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา (Pre-test)

X คือ การจัดการเรียนรู้เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา

T_2 คือ การวัดความสามารถการแก้ปัญหาลังจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา (Post-test)

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

1) แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลวและแก๊ส โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาตามกรอบแนวคิดของ Wheatley (1991) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ 1) การสร้างงานปัญหา 2) การแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม 3) การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1.1) ศึกษาแนวคิดและหลักการเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา และศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา

1.2) ศึกษาหลักสูตรและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หนังสือ แบบเรียน คู่มือครู และเอกสารที่เกี่ยวข้องด้านเนื้อหา เรื่องของแข็ง ของเหลวและแก๊ส

1.3) วิเคราะห์ห้มนโนมติและหลักการในเนื้อหาวิชาเคมี เรื่องของแข็ง ของเหลว และแก๊ส และสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ 1) การสร้างงานปัญหา 2) การแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม 3) การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบ พิจารณา ความตรงตามจุดประสงค์และความตรงตามเนื้อหา ตลอดจนความเหมาะสมของเนื้อหา และดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

1.4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไข ไปใช้เก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

เครื่องมือที่ใช้การรวบรวมข้อมูล

1) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้นเอง เป็นข้อสอบอัตนัย (Open ended test question) มี 4 สถานการณ์ปัญหา ตามกรอบแนวคิดการแก้ปัญหาของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) 2) วางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) 3) ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล (Carrying Out the Plan) 4) ตรวจสอบการแก้ปัญหา (Looking back) มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา และเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

1.2) ศึกษาเนื้อหาและวิเคราะห์เนื้อหาวิชาเคมี เรื่องของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เพื่อนำไปสร้างสถานการณ์ปัญหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

1.3) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยกำหนดลักษณะของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นแบบอัตนัย ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหา วัดความสามารถในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนตามกรอบแนวคิดการแก้ปัญหาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)

1.4) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องของแข็ง ของเหลว และแก๊ส แต่ละข้อเป็นแบบ Rubric score แบบมาตรฐานค่า

1.5) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบพิจารณาความตรงตามวัตถุประสงค์และความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะและดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทดลองใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 28 คน เพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

1) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ฉบับสมบูรณ์ ที่ผ่านการหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัยก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา

2) นักเรียน กลุ่มเป้าหมายเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้รวม 14 ชั่วโมง

3) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ของแข็ง ของเหลวและแก๊ส ฉบับสมบูรณ์ ที่ผ่านการหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ ค่าตอบ แบบ ทด สอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยนำคำตอบของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มาจัดกลุ่มคำตอบระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาโดยแบ่งเป็น 4 ระดับคะแนนตามขั้นความสามารถในการแก้ปัญหา จากนั้นเปรียบเทียบผลข้อมูลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาโดยใช้ค่าความถี่และสถิติร้อยละพร้อมทั้งอธิบายและวิจารณ์ข้อมูลเพื่อสรุปการวิจัยต่อไป

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาแสดงดังตารางที่ 1 พบว่าในขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 42.24 อยู่ในกลุ่มคำตอบของระดับคะแนนที่ 1 แสดงว่านักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ตรงประเด็นและระบุข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วน ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหาและขั้นที่ 4 การตรวจสอบการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 68.97 94.83 และ 100 ตามลำดับ อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 0 แสดงว่านักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาและใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผลที่ได้ตามแผนแก้ปัญหาได้วางไว้ และไม่สามารถประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ทั้งด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลของการแก้ปัญหารวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้ ข้อมูลแสดงให้เห็นว่าถ้านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนไม่ลึกซึ้งจะไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบการแก้ปัญหาได้ แต่หลังการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา พบว่าขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 53.45 เลื่อนขึ้นมาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 3 คือสามารถระบุปัญหาได้ตรงประเด็นและระบุข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ สำหรับขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 50.86 เลื่อนขึ้นมาอยู่ในระดับคะแนนที่ 1 แสดงว่านักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาคด้วยการวิเคราะห์ ข้อมูลจากขั้น ทำความเข้าใจปัญหา

ตารางที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา จำแนกตาม
 ชั้นความสามารถการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหา	จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ตอบในแต่ละระดับคะแนน							
	ก่อนเรียน				หลังเรียน			
	3	2	1	0	3	2	1	0
1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา	20(17.24)	17(14.66)	49(42.24)	30(25.86)	62(53.45)	32(27.59)	22(18.96)	0(0)
2. ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา	0(0)	1(0.86)	35(30.17)	80(68.97)	2(1.72)	37(31.90)	59(50.86)	18(15.52)
3. ชั้นการดำเนินการแก้ปัญหา	0(0)	0(0)	6(5.17)	110(94.83)	14(12.07)	38(32.76)	31(26.72)	33(28.45)
4. ชั้นการตรวจสอบการแก้ปัญหา	0(0)	0(0)	0(0)	116(100)	1(0.86)	8(6.90)	57(49.14)	50(43.10)

และใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ ถูกต้องเป็นบางส่วน แสดงว่านักเรียนสามารถวางแผน การแก้ปัญหา ได้ดีขึ้น ส่งผลต่อชั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 32.76 เลื่อนชั้นมาอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 2 แสดงว่านักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาและ ประเมินผลที่ได้ตามแผนแก้ปัญหาที่ได้วางไว้ได้เป็น ส่วนมาก และชั้นที่ 4 การตรวจสอบการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 49.14 เลื่อนชั้นมาอยู่ใน กลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 1 แสดงว่านักเรียน สามารถประเมินภาพรวมการแก้ปัญหา ทั้งด้านวิธีการ แก้ปัญหา ผลของการแก้ปัญหารวมถึงการนำไป ประยุกต์ใช้ ได้บางส่วน โดยหลังการจัดการเรียนรู้จาก การแก้ปัญหา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่กลุ่มคำตอบ ระดับคะแนนที่สูงขึ้นก่อนการจัดการเรียนรู้จากการ แก้ปัญหา จึงสรุปได้ว่าหลังการจัดการเรียนรู้จากการ แก้ปัญหา นักเรียน มีการพัฒนาในทุกชั้นของ ความสามารถในการแก้ปัญหา

เมื่อพิจารณาแต่ละชั้นความสามารถในการ แก้ปัญหา พบว่าคำตอบนักเรียนจัดอยู่ในกลุ่มระดับ คะแนนที่แตกต่างกันตามสถานการณ์ ดังรายละเอียด ในตารางที่ 2

จาก ตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาตามชั้น ความสามารถในการแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์

ปัญหาของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา พบว่า คำตอบของนักเรียนจัดอยู่ในกลุ่มระดับคะแนนที่ แตกต่างกันตามสถานการณ์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ชั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา

ผลการวิเคราะห์การทำความเข้าใจปัญหา โดยให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาและระบุข้อมูลจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ จากการศึกษา สำหรับสถานการณ์ที่ 1 2 และ 4 นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 44.83 72.41 และ 34.48 ตามลำดับ อยู่กลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 1 แสดงว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ตรงประเด็นและระบุ ข้อมูลจากการสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ ถูกต้องเป็นบางส่วน สำหรับสถานการณ์ที่ 3 นักเรียน ส่วนใหญ่ร้อยละ 41.38 อยู่กลุ่มคำตอบระดับที่ 0 แสดง ว่านักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาได้ตรงประเด็นและ ระบุข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ แต่ หลังจากการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา สำหรับทุก สถานการณ์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.17 44.82 48.28 และ 65.52 ตามลำดับ อยู่ในกลุ่มคำตอบ ระดับคะแนนที่ 3 แสดงว่านักเรียนสามารถระบุปัญหา ได้ตรงประเด็นและระบุข้อมูลจากการสถานการณ์ ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ ดังนั้นจึงกล่าว

ตารางที่ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา ในแต่ละสถานการณ์

ความสามารถในการแก้ปัญหา	แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ตอบในแต่ละระดับคะแนน							
		ก่อนเรียน				หลังเรียน			
		3	2	1	0	3	2	1	0
1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	สถานการณ์ที่ 1	3(10.34)	7(24.14)	13(44.83)	6(20.69)	16(55.17)	12(41.38)	1(3.45)	0(0)
	สถานการณ์ที่ 2	1(3.45)	3(10.34)	21(72.41)	4(13.80)	13(44.83)	9(31.03)	7(24.14)	0(0)
	สถานการณ์ที่ 3	7(24.14)	5(17.24)	5(17.24)	12(41.38)	14(48.28)	7(24.14)	8(27.58)	0(0)
	สถานการณ์ที่ 4	9(31.03)	2(6.90)	10(34.48)	8(27.59)	19(65.52)	4(13.79)	6(20.69)	0(0)
2. ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา	สถานการณ์ที่ 1	0(0)	1(3.45)	16(55.17)	12(41.38)	0(0)	17(58.62)	9(31.03)	3(10.35)
	สถานการณ์ที่ 2	0(0)	0(0)	13(44.83)	16(55.17)	2(6.90)	4(13.79)	16(55.17)	7(24.14)
	สถานการณ์ที่ 3	0(0)	0(0)	4(13.79)	25(86.21)	0(0)	10(34.48)	16(55.17)	3(10.35)
	สถานการณ์ที่ 4	0(0)	0(0)	2(6.90)	27(93.10)	0(0)	6(20.69)	18(62.07)	5(17.24)
3. ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา	สถานการณ์ที่ 1	0(0)	0(0)	1(3.45)	28(96.55)	0(0)	10(34.48)	12(41.38)	7(24.14)
	สถานการณ์ที่ 2	0(0)	0(0)	4(13.79)	25(86.21)	3(10.35)	5(17.24)	6(20.69)	15(51.72)
	สถานการณ์ที่ 3	0(0)	0(0)	1(3.45)	28(96.55)	4(13.79)	16(55.17)	5(17.25)	4(13.79)
	สถานการณ์ที่ 4	0(0)	0(0)	0(0)	29(100)	7(24.14)	7(24.14)	8(27.59)	7(24.13)
4. ขั้นการตรวจสอบการแก้ปัญหา	สถานการณ์ที่ 1	0(0)	0(0)	0(0)	29(100)	0(0)	1(3.45)	11(37.93)	17(58.62)
	สถานการณ์ที่ 2	0(0)	0(0)	0(0)	29(100)	0(0)	6(20.69)	7(24.14)	16(55.17)
	สถานการณ์ที่ 3	0(0)	0(0)	0(0)	29(100)	1(3.45)	0(0)	20(68.97)	8(27.58)
	สถานการณ์ที่ 4	0(0)	0(0)	0(0)	29(100)	0(0)	1(3.45)	19(65.52)	9(31.03)

หมายเหตุ สถานการณ์ที่ 1 = เรื่องการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง สถานการณ์ที่ 2 = เรื่องการระเหยของของเหลว
 สถานการณ์ที่ 3 = เรื่องความสัมพันธ์ของ ปริมาตร ความดันและอุณหภูมิของแก๊ส(กฎของชาร์ล)
 สถานการณ์ที่ 4 = เรื่อง ความสัมพันธ์ของ ปริมาตร ความดันและอุณหภูมิของแก๊ส(กฎแก๊สในอุดมคติ)

ได้ว่าการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาช่วยพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียน
ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา

เมื่อให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้และวางแผนการแก้ปัญหามาจากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นทำความเข้าใจปัญหาและใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา สำหรับสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.17 อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 1 คือ สามารถวางแผนการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ข้อมูลจากขั้นทำความเข้าใจปัญหาและใช้

ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน ส่วนสถานการณ์ที่ 2 3 และ 4 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.17 86.21 และ 93.10 ตามลำดับ อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 0 แสดงว่านักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ข้อมูลจากขั้นทำความเข้าใจปัญหาและใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา แต่หลังการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา สำหรับสถานการณ์ที่ 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 58.62 อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 2 แสดงว่านักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ข้อมูลจากขั้นทำความเข้าใจปัญหาและใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องเป็น

ส่วนมาก ส่วนสถานการณ์ที่ 2 3 และ 4 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.17 55.17 และ 62.07 ตามลำดับ อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 1 แสดงว่านักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ข้อมูลจากขั้นทำความเข้าใจปัญหาและใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน หลังการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มระดับคะแนนที่สูงขึ้น แสดงว่าการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาช่วยพัฒนาการวางแผนแก้ปัญหานักเรียนได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผลที่ได้ตามแผนแก้ปัญหาที่ได้วางไว้ พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา สำหรับสถานการณ์ทั้งหมด นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 96.55 86.21 96.55 และ 100 ตามลำดับ อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 0 แสดงว่านักเรียนไม่สามารถดำเนินแก้ปัญหาและประเมินผลที่ได้ตามแผนแก้ปัญหาที่ได้วางไว้ แต่หลังการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา สำหรับสถานการณ์ที่ 3 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.17 อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 2 แสดงว่านักเรียนสามารถดำเนินแก้ปัญหาและประเมินผลที่ได้ตามแผนแก้ปัญหาที่ได้วางไว้เป็นส่วนมาก สำหรับสถานการณ์ที่ 1 และ 4 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 41.38 และ 27.59 อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 1 แสดงว่านักเรียนสามารถดำเนินแก้ปัญหาและประเมินผลที่ได้ตามแผนแก้ปัญหาที่ได้วางไว้เป็นบางส่วน สำหรับสถานการณ์ 2 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 51.72 อยู่กลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 0 ซึ่งมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนนี้ลดลงก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยหลังการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่กลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่สูงขึ้น และมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 0 ลดลง

แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาช่วยพัฒนาความสามารถการดำเนินการแก้ปัญหานักเรียน

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบการแก้ปัญหา

เมื่อให้นักเรียนพิจารณาปัญหาและตรวจสอบการแก้ปัญหา โดยประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ทั้งด้านการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การนำไปประยุกต์ใช้ พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา สำหรับสถานการณ์ทั้งหมด นักเรียนทั้งหมดอยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 0 แสดงว่านักเรียนไม่สามารถประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ทั้งด้านการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การนำไปประยุกต์ใช้ แต่หลังการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา สำหรับสถานการณ์ที่ 3 และ 4 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 68.97 และ 65.52 อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 1 แสดงว่านักเรียนสามารถประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ทั้งด้านการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การนำไปประยุกต์ใช้ได้บางส่วน ส่วนสถานการณ์ที่ 1 และ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 58.62 และ 55.17 อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 0 ซึ่งมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนนี้ลดลงก่อนการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาสามารถพัฒนาการตรวจสอบการแก้ปัญหานักเรียน

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาในเรื่องของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนได้ ในทุกขั้นของความสามารถในการแก้ปัญหา โดยก่อนการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่อยู่

ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 1 ส่วนขึ้นการวางแผนการแก้ปัญหา ขึ้นการดำเนินการแก้ปัญหาและขึ้นการตรวจสอบการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 0 แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่สูงขึ้น โดยขึ้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 3 ขึ้นดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 2 ขึ้นการวางแผนการแก้ปัญหาและขึ้นการตรวจสอบการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่ 1

โดยหลังการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบระดับคะแนนที่สูงขึ้น ก่อนการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา เนื่องจากก่อนการจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา นักเรียนมีโอกาสได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหา น้อยและมีความเข้าใจในเนื้อหา น้อย ทำให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาและระบุข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ได้ถูกต้องเป็นบางส่วนเท่านั้น นอกจากนี้ นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาและการตรวจสอบการแก้ปัญหาได้ แต่เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสได้คิดแก้ปัญหาตามระดับความสามารถ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้งจากการคิดหาคำตอบหรือหาวิธีการแก้ปัญหาของสถานการณ์ปัญหา โดยหลังการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา พบว่า ขึ้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาและระบุข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ได้ถูกต้อง สมบูรณ์ ขึ้นการวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากขึ้นทำความเข้าใจปัญหา และใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน สำหรับขึ้น

การดำเนินการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผลที่ได้ตามแผนแก้ปัญหาที่ได้วางไว้ถูกต้องเป็นส่วนมาก และขึ้นการตรวจสอบการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหาทั้งด้านการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การนำไปประยุกต์ใช้ได้ถูกต้องเป็นบางส่วนสรุปได้ว่า การใช้รูปแบบการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา เรื่องของแข็ง ของเหลวและแก๊ส สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ในทุกขั้นตอนความสามารถในการแก้ปัญหา

โดยขึ้นการวางแผนการแก้ปัญหาและขึ้นการตรวจสอบการแก้ปัญหาเป็นขั้นที่ยากสำหรับนักเรียน เนื่องจากในขึ้นการวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากขึ้นทำความเข้าใจปัญหาและจะต้องใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาในการวางแผนการแก้ปัญหา และขึ้นการตรวจสอบการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหาซึ่งมีความยุ่งยาก ชับซ้อน (กูด, 1973 อ้างถึงใน ศิวาพร, 2550)

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาพบว่า นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนั้นจึงควรนำรูปแบบการเรียนรู้นี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในหัวข้ออื่นๆ ของวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย
2. การจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา ในขึ้นการวางแผนการแก้ปัญหาและขึ้นการตรวจสอบการแก้ปัญหาผู้วิจัยพบว่าเป็นขั้นที่ยากสำหรับนักเรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรชี้แนะนักเรียนเป็นรายบุคคลและเสนอแนวทางเพื่อเป็นตัวอย่างการวางแผนการแก้ปัญหาและการตรวจสอบการแก้ปัญหาของนักเรียน
3. การจัดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาเป็นการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ดังนั้น

ครูผู้สอนควรเสนอสถานการณ์ปัญหาที่กระตุ้นให้นักเรียนอยากคิดแก้ปัญหาและสามารถใช้ความรู้ที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหามาวิเคราะห์แก้ปัญหาได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการส่งเสริมครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2551.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ผลการประเมิน PISA2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี; 2555.

ชาติรี ฝ่ายคำตา. แนวคิดทางเลือกในวิชาเคมี. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 2551; 19 (2) : 10-25.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ; 2543.

วิชาการ, กรม. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว; 2546.

คิยาวพร ศรีมงคล. การเรียนรู้โมเดลและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องพันธะไอออนิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนบัณฑิตวิทยาลัย] มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2550.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี; 2546.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. รายงานการสัมมนา เรื่อง การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ; 2542.

Kozma, R. B., Russel, J. Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching* 1997; 34: 949–968.

Canpolat, N. Turkish Undergraduates Misconceptions of Evaporation, Evaporation Rate, and Vapour Pressure. *International Journal of Science Education* 2006; 28(15): 1757-1770.

Taber, K.S., Coll, R.K. Bonding. In J. K. Gilbert et al. (Eds.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers 2002; 213-234.

Wheatley, G.H. Constructivist Perspective on Science and Mathematics Learning. *Science Education* 1991; 75(1): 9-21.