การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Problem-Based Learning to Promote Scientific Reasoning on Basic Chemistry 10th Grade Students

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์*
Nattakan_namka@hotmail.com
เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์**
เสาวลักษณ์ โรมา***

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาเคมีพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวน 4 แผน วิชาเคมีพื้นฐานของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะไอออนิก และแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.72 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent sample

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

---

*นิสิตระดับมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
***อาจารย์ โรงเรียนระยองวิทยาคม

Abstract

The purpose of this research study was to develop scientific reasoning with problem-based learning for 10th grade students on Basic Chemistry. The participants in this research were thirty-eight 10th grade students at Rayongwittayakom School, in the first semester of the 2014 academic year. They were selected by using the cluster random sampling technique. Instruments were four lesson plans of problem - based learning on Ionic Bond and a scientific reasoning test with reliability of 0.72. The data were analyzed by using t-test for Dependent sample.

This study shows the scientific seasoning after learning with Problem-based learning on Basic Chemistry shows higher score compared to before learning with the Problem - Based Learning at the significance level .05

Keywords : Problem - based learning, Scientific reasoning

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์หนึ่งที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลก เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตและในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมากมาย มีผลให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) การได้มาซึ่งข้อมูลและองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จะได้มาจากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสืบค้นแสวงหาความรู้และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ การสังเกต สำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบด้วยตนเอง (เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์, 2555) ซึ่งจะต้องผ่านกระบวนการการให้เหตุผลเพื่อหาข้อมูลมาสนับสนุนอธิบายผลหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า จากนั้นลงข้อสรุปของข้อมูล เกิดเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้น นอกจากนั้นองค์ความรู้ที่ได้สามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่คล้ายกันได้ จึงอาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และอาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่สำคัญที่บุคคลทุกคนควรมี เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้

จากผลการประเมินตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) เป็นโครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) มีจุดประสงค์เพื่อสำรวจว่าระบบการศึกษาของประเทศได้เตรียมเยาวชนของชาติให้พร้อมสำหรับการใช้ชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมในอนาคตเพียงพอหรือไม่ โดย PISA เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียน วัย 15 ปี ที่จะใช้ความรู้และทักษะเพื่อเผชิญกับโลกในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน กล่าวคือ PISA มีโครงสร้างของการประเมินที่ประกอบด้วยหมวดเนื้อหา (Content) หมวดกระบวนการ (Process) และหมวดความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Fundamental capabilities)

ซึ่งการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมถึงการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยลักษณะคำตอบของข้อสอบที่ต้องการ มีผสมกันระหว่างแบบเลือกตอบและข้อสอบที่ให้นักเรียนเขียนตอบได้อย่างอิสระข้อสอบเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2556) ผลการประเมินพบว่า ในปี ค.ศ. 2006 2009 และ ค.ศ. 2012 นักเรียนไทยได้คะแนนด้านวิทยาศาสตร์เฉลี่ย 429, 425 และ 444 คะแนน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทย มีแนวโน้มคะแนนสูงขึ้น แต่ยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ที่กำหนดไว้ 500 คะแนน และถูกจัดไว้ในกลุ่มสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อเทียบกับประเทศเอเชียกลุ่มคะแนนสูงที่มีนักเรียนกลุ่มต่ำจำนวนน้อยมาก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2556) ผลการประเมิน PISA ที่มีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ต่ำนั้น ทำให้เห็นภาพชัดเจนว่า นักเรียนไทยยังขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ และความมีเหตุผล รวมถึงข้อมูลจากการศึกษาชั้นเรียน สัมภาษณ์ครูผู้สอนและนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง ช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2556 พบว่า นักเรียนมีคะแนนในเรื่อง พันธะไอออนิก ต่ำ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถนำความรู้ในเนื้อหาที่ได้เรียนรู้แล้ว ซึ่งเป็นเนื้อหาที่จะเชื่อมโยงไปสู่การสร้างความรู้ใหม่มาอธิบายหรือขยายความรู้ต่อไปได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถสรุปความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นกระบวนการสำคัญต่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนวิชาเคมีเรื่องต่อ ๆ ไปได้ สอดคล้องกับสุรศักดิ์ ปาเฮ (2555) ที่กล่าวถึงการเรียนรู้ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ไว้ว่า นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา แต่การที่นักเรียนจะมีความสามารถ ในการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์นั้น นักเรียนต้องมีความสามารถในการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการให้เหตุผลได้เหมาะสมตามสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งที่สำคัญของการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ด้วยเหตุนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรที่จะเน้นให้นักเรียนได้มีการพัฒนาการให้เหตุผล ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่ส่งเสริม ในการให้เหตุผล คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning: PBL) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะ กระบวนการคิด แก้ปัญหาด้วยเหตุผลโดยผู้เรียนจะเป็นผู้ตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการแสวงหา เพื่อตอบปัญหานั้นด้วยวิธีการที่หลากหลาย จนเกิดเป็นองค์ความรู้ขึ้น รวมทั้งนักเรียนได้รู้จัก การทำงานร่วมกันเป็นทีมภายในกลุ่มผู้เรียน โดยผู้สอนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้น้อยที่สุด นอกจากนี้กระบวนการสอนดังกล่าว ได้มีผู้นำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเคมี ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยศิริลักษณ์ วิทยา (2555) ที่ทำการพัฒนาชุดกิจรรมเคมี เรื่องปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความมีเหตุผล และการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสุภัทราภรณ์ เบ็ญจวรรณ์ (2554) โดยมีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งผลจากการศึกษาของงานวิจัย ที่กล่าวมานั้น พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากคำกล่าวของนักการศึกษาและผลจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้

พบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะสามารถพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจในมโนทัศน์ที่ถูกต้อง เพื่อนำไปอธิบายหรือขยายความรู้ต่อไปได้ ซึ่งจะนำไปสู่วัตถุประสงค์ของการวิจัย รวมทั้งกรอบแนวคิดของการวิจัยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในวิชาเคมีพื้นฐาน

สมมติฐานการวิจัย

การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในวิชาเคมีพื้นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในวิชาเคมีพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะไอออนิก ที่จะช่วยพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้

2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชาอื่น ๆ

3. นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนวิชาเคมีและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในวิชาเคมีในเรื่องอื่น ๆ ได้

4. นักเรียนจะสามารถนำการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน มีจำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนรวม 280 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มมาจำนวน 1 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 38 คน

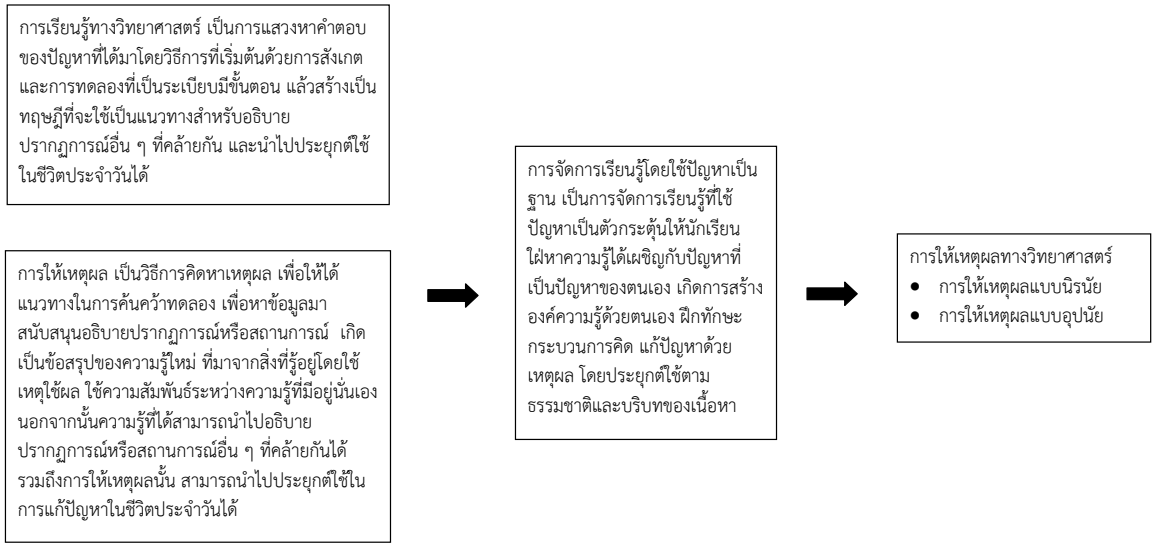
ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีคุณสมบัติความเป็นตัวแปร เนื่องจากมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตัวแปรตาม คือ การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากกรอบเนื้อหาที่ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดขึ้นตามตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมีลักษณะเนื้อหาที่เป็นนามธรรมและค่อนข้างมาก ผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานให้เหมาะสมกับธรรมชาติเนื้อหาและปรับให้มีการกำหนดปัญหาย่อย ๆ ที่ขยายในส่วนของปัญหาหลัก เพื่อให้นักเรียนมีเป้าหมายในการได้มาซึ่งความรู้ที่ครบถ้วน ตามตัวชี้วัด

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การนำแนวคิด หลักการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งการเรียนรู้เป็นผลมาจากกระบวนการ ทำความเข้าใจและการแก้ปัญหาที่ใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ตามสภาพจริงมาเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหาวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง พันธะไอออนิก และวุฒิภาวะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐานนั้น จะมีการเพิ่มเติมในส่วนของกิจกรรมหรือแหล่งการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลที่ให้นักเรียนได้ใช้ในกระบวนการทำความเข้าใจและการแก้ปัญหาได้ ประกอบด้วย 6 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา เช่น สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวัน สถานการณ์ที่เป็นปัจจุบัน เป็นต้น ซึ่งครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาตามสถานการณ์ที่ครูจัดขึ้น โดยครูจะทำหน้าที่แนะนำแนวทาง ตั้งคำถามให้นักเรียนคิดต่อ และเพิ่มเติมกิจกรรมหรือแหล่งการเรียนรู้ เช่น แบบทดสอบก่อน - หลังเรียน ใบความรู้ การทดลอง เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ โดยร่วมกันตั้งคำถามในสิ่งที่ต้องการรู้ ระดมสมองหาแนวทางค้นหาคำตอบ โดยครูทำหน้าที่กระตุ้นด้วยคำถามให้นักเรียนคิดละเอียดขึ้น ช่วยดูแลตรวจสอบความถูกต้องครอบคลุม

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนแบ่งงานและหน้าที่ กำหนดเป้าหมายของงาน และทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย โดยครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวกเพิ่มเติมแหล่งการเรียนรู้ พร้อมทั้งศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมด้วย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม และ

ครูร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นด้วย รวมถึงครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งนักเรียนทบทวนความรู้และสามารถหาความรู้เพิ่มเติมในสิ่งที่ยังไม่สามารถตอบคำถามนั้นได้

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่ม สรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสม หรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง ซึ่งครูจะทำหน้าที่ช่วยตรวจสอบองค์ความรู้ใหม่และพิจารณาความเหมาะสมเพียงพอ

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่ม ทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน โดยครูทำหน้าที่ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

2. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดเพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้องอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้ข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระบุเหตุผลนั้น บนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการวัดโดย ใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และกำหนดกรอบเนื้อหาของแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 2 แบบ คือ

2.1 การให้เหตุผลแบบนิรนัย หมายถึง กระบวนการคิดที่เชื่อมโยงความรู้ทั่วไปที่ได้จากข้อมูล การสังเกต หรือประสบการณ์เดิม โดยใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎีหรือกฎ เพื่ออธิบายและลงข้อสรุปของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเฉพาะหน่วย

2.2 การให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึง กระบวนการคิดที่เชื่อมโยงหาข้อสรุป ที่อ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วย เพื่อให้ได้หลักการทั่วไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design (สุทิติ ขัตติยะ และ วิไลลักษณ์ สุวจิตตานนท์, 2553) ซึ่งมีวิธีการดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในวิชาเคมีพื้นฐานของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 3 เรื่อง พันธะไอออนิก ซึ่งประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียน ดังนี้ หน่วยการเรียนที่ 1 การเกิดพันธะไอออนิก หน่วยการเรียนที่ 2 โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก หน่วยการเรียนที่ 3 การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก หน่วยการเรียนที่ 4 พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก หน่วยการเรียนที่ 5 สมบัติของสารประกอบไอออนิก และหน่วยการเรียนที่ 6 ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก จำนวน 4 แผน ใช้เวลาทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่าค่าความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 3.60 - 4.60 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 แสดงว่าทุกองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากและมากที่สุด มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.60 - 1.00 แสดงว่าทุกองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน

2. แบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ มีจำนวน 6 ข้อ ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และบทความที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวันซึ่งประกอบด้วยการให้เหตุผล 2 แบบ ได้แก่ การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย แบบทดสอบนี้ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.22-0.54 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.35 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.72

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขแล้ว

2. ดำเนินการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง พันธะไอออนิก ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 38 คน เป็นเวลาสอน 16 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกันที่ทดสอบก่อนเรียน

4. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

ผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาเคมีพื้นฐาน ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาเคมีพื้นฐาน (คะแนนเต็ม 18 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	*n*	$\bar{x}$	*SD*	*df*	*t*	*p-value*
ก่อนเรียน	38	4.74	1.61	37	15.880*	.000
หลังเรียน	38	6.37	1.97			

* $p < .05$

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาเคมีพื้นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาเคมีพื้นฐาน มีการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

สรุปผลการวิจัย

การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในวิชาเคมีพื้นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐาน สรุปผลการวิจัยและมีประเด็นการอภิปราย พบว่า การให้เหตุผล ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาเคมีพื้นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน เนื่องจากกระบวนการในการ

หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น ได้มาจากการค้นคว้าแสวงหาคำตอบของปัญหาด้วยการสังเกตที่เป็นการรวบรวมข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เกิดจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และการทำการทดลอง เพื่อหาข้อมูลมาสนับสนุนอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ของปัญหา ซึ่งการที่นักเรียนจะสามารถสรุปคำตอบที่ได้นั้น นักเรียน ต้องใช้เหตุผลในการพิจารณาข้อมูลที่ค้นคว้า ต้องผ่านกระบวนการคิด การเชื่อมโยงความรู้ทั่วไปที่ได้จาก ข้อมูล การสังเกต หรือประสบการณ์เดิม จนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ และจากองค์ความรู้นั้น นักเรียนสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้ จนได้ข้อสรุปที่ถูกต้องบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวได้ว่า นักเรียนเกิดกระบวนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยและอุปนัยขึ้น ตามลำดับ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเป็นการใช้ปัญหากระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกฝนและ เกิดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนักเรียนจะเริ่มต้นเรียนรู้จากปัญหา ที่ได้เจอ จากนั้นก็ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาเพื่อสร้างแนวทางในการหาคำตอบของปัญหา ร่วมกันดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จะใช้ตอบปัญหานั้น ๆ จากนั้นก็ร่วมกันวิเคราะห์และร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ได้ และร่วมกันสรุปวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น ครูจัดสถานการณ์กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ โดยเริ่มจากการสนทนาเกี่ยวกับสารเคมีที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันว่าสารใดเป็นสารประกอบไอออนิกบ้าง จากนั้นครูจัดเตรียมสารเคมีให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้แก่ คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต แอมโมเนียมคลอไรด์ และโซเดียมคลอไรด์ และตั้งประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากเรียน เช่น สารเคมีที่ครูจัดเตรียมให้นั้น นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวันหรือไม่ และนักเรียนคิดว่าสารเคมีเหล่านี้เป็นสารประกอบไอออนิกหรือไม่ ถ้าใช่สารประกอบไอออนิก นักเรียนจะทราบได้อย่างไร แล้วครูก็กำหนดสถานการณ์ปัญหาว่าสารประกอบที่เป็นสารประกอบ ไอออนิกนั้น มีสมบัติอย่างไร ซึ่งนักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาและกำหนดแนวทาง ในการหาคำตอบหรือร่วมกันกำหนดสมมติฐานขึ้น และร่วมทำการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ศึกษาจาก ใบกิจกรรมทำการทดลอง และจากใบงาน เพื่อหาคำตอบของปัญหานี้ เมื่อได้มาซึ่งข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้ในการตอบปัญหาแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มก็ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ อภิปรายร่วมกันเพื่อแสดงความสมเหตุสมผลของข้อมูลนั้น ๆ โดยครูจะร่วมตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ค้นคว้ามาได้ด้วย เพื่อให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปเพื่อแสดงคำตอบของปัญหานั้น และเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ในเรื่อง สมบัติของสารประกอบไอออนิก เช่น สารประกอบไอออนิกแข็ง แต่เปราะเพราะเหตุใด สารประกอบไอออนิกนำไฟฟ้าได้หรือไม่ เพราะเหตุใด เป็นต้น ซึ่งถ้านักเรียนยังไม่สามารถตอบคำถามเหล่านี้ได้อย่างถูกต้อง นักเรียนต้องค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม จากนั้นครูและนักเรียนจะร่วมสรุปองค์ความรู้ที่ได้ ซึ่งครูจะกำหนดสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน เพื่อให้นักเรียนทำการประเมินค่าของคำตอบ เป็น การตรวจสอบและยืนยันคำตอบของปัญหา จนเกิดเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ นอกจากนักเรียนจะสามารถให้เหตุผลแบบนิรนัย และอุปนัยได้แล้ว นักเรียนยังสามารถนำมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากเรื่องพันธะไอออนิกมาอธิบายให้เหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติมอีกด้วย โดยการระบุเหตุผลมาจากการเชื่อมโยงความรู้ที่เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น เรื่อง สมบัติเฉพาะตัวของสาร จากข้อสรุปที่กล่าวว่าจุดเดือดและจุดหลอมเหลว ถือเป็นสมบัติเฉพาะตัวชนิดหนึ่งของสสาร เนื่องจากน้ำ จะเดือดที่ 100 องศาเซลเซียส ซึ่งทำการทดลองซ้ำกันหลาย ๆ ครั้งก็ยังพบว่า น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิเดิม แต่ถ้าลองต้มของเหลวชนิดอื่น จะพบว่าของเหลวอื่นจะเดือดที่อุณหภูมิอื่น และก้อนน้ำแข็ง

จะเริ่มละลายที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกันกับของแข็งชนิดอื่นที่จะละลายที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ซึ่งนักเรียนได้ให้เหตุผลเพิ่มเติมโดยนำมโนทัศน์เรื่องการเกิดพันธะไอออนิก ที่กล่าวถึง แรงยึดเหนี่ยวของสารระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบที่เกิดเป็นสารประกอบไอออนิกขึ้น ซึ่งสารแต่ละชนิด มีแรงยึดเหนี่ยวมากน้อยต่างกัน เนื่องมาจากแรงดึงดูดระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบ ที่มีจำนวนอิเล็กตรอนและโปรตอนไม่เท่ากัน ส่งผลให้จุดเดือดและ จุดหลอมเหลวของสารแต่ละชนิดต่างกัน เป็นที่มาของจุดเดือดและจุดหลอมเหลวเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารนั่นเอง จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากข้อมูล การสังเกต หรือประสบการณ์เดิม รวมถึงการใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ เชื่อมโยง หาข้อสรุปมาอธิบายสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และบทความที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวันได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ วิทยา (2555) ที่ทำการพัฒนา ชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความมีเหตุผล และงานวิจัยของ สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ (2555) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผลจากการศึกษาของงานวิจัยที่กล่าวมานั้นพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากเหตุผลดังกล่าวสนับสนุนว่า การให้เหตุทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาเคมีพื้นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาการให้เหตุผล ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง พันธะไอออนิก ดังนั้นครูสามารถนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ในเนื้อหาหรือรายวิชาอื่น ๆ ที่มีลักษณะเนื้อหา ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยสร้างให้เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ ในชีวิตประจำวัน และมีความซับซ้อน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและครอบคลุมเนื้อหา ให้มากที่สุด เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2. สำหรับครูที่จะจัดการเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ต้องมีการศึกษาถึงบทบาทของตนเองในทุกขั้นตอน รวมถึงการออกแบบการจัดการเรียนรู้ แหล่งข้อมูล การจัดทำ ใบความรู้ ใบงาน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. สำหรับนักเรียน ควรมีการเตรียมความพร้อมความรู้พื้นฐานและกระบวนการคิด โดยการจัด การเรียนรู้หรือกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การใช้คำถามชวนคิด การฝึกให้แก้ปัญหาเป็นต้น เพื่อส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างมีประสิทธิภาพ

4. ในการจัดกิจกรรมควรมีการวางแผนจัดสรรเวลาให้สอดคล้องกับกิจกรรมตามความเหมาะสม เนื่องจากในบางขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีการเพิ่มเติมรูปแบบกิจกรรม เพื่อช่วยเสริมให้นักเรียนทำความเข้าใจและการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาการให้เหตุผล ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง พันธะไอออนิก

1. ควรเพิ่มเติมการจัดประสบการณ์หรือกิจกรรมที่เพียงพอ เพื่อส่งเสริมพัฒนาการการเรียนรู้ พร้อมทั้งปรับรูปแบบการวิจัยให้สามารถติดตามผลและดูพัฒนาการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2. ควรทำการศึกษาผลของความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เนื่องจากขั้นตอนของการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น นักเรียนต้องวางแผนระดมสมองหาแนวทางในการหาคำตอบ โดยการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้ค้นคว้าและประเมินค่าของคำตอบ ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในเรื่อง พันธะไอออนิกขึ้น จากขั้นตอนที่ได้มา ซึ่งคำตอบนั้น เป็นการให้โอกาสผู้เรียนได้มีการฝึกฝนอย่างพอเพียง และจากสถานการณ์ที่หลากหลาย ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้นและสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ได้อีกด้วย

3. ควรทำการศึกษาวิจัยผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่อทักษะด้านอื่น ๆ เนื่องจาก การค้นคว้าหาคำตอบของปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลาย เช่น การทำกิจกรรม การทดลอง นักเรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมด้วย อีกทั้งขั้นตอน การทำความเข้าใจกับปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การลงมือแก้ไขปัญหาและการตรวจสอบคำตอบของปัญหาล้วนเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทั้งสิ้น ดังนั้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นตัวแปรที่ควรทำการศึกษาวิจัยผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2556*). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร.* สมุทรปราการ: แอดวานซ์ พริ้นติ้ง เซอร์วิส.

จันทร์พร พรหมมาศ. (2541). *ผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.* ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย.* ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์. (2555). การสอนให้คิดและสร้างสรรค์โครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา. *วารสารศึกษาศาสตร์. 24*(1), 1-15.

ศิริลักษณ์ วิทยา. (2555). *การพัฒนาชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเคมี, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์. (2555). *ผลกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.* ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.

สุทิติ ขัตติยะ และวิไลลักษณ์ สุวจิตตานนท์. (2553). *แบบแผนการวิจัยและสถิติ.* กรุงเทพฯ: เปเปอร์เฮ้าส์.

สุภัทราภรณ์ เบ็ญจวรรณ์. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปาและการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2555). *ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21* 21st Century Learning Skills. สืบค้นจาก http://www.addkutec3.com.

Delisle, R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom.* Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Lawson, A. E. & Anton, E. (1995). *Science teaching and development of thinking.* Belmout Califonia: Wadsworth Publishing.