

ผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดนครปฐม

The Effects of Problem-Based Learning Management in the Topic of Life in Environment on Scientific Problem Solving Ability and Attitudes toward Science of Mathayom Suksa IV Students of Extra Large Schools in Nakhon Pathom Province

กุลจิรา ทนงศิลป์* ดวงเดือน สุวรรณจินดา** และนวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์**

Kunjira Thanongsin*, Duongdearn Suwanjinda** and Nuanjid Chaowakeratipong**

* ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

** สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

* Master of Education Department of Education Sukhothai Thammathirat Open University

** Department of Education Sukhothai Thammathirat Open University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและแบบปกติ เรื่องชีวิตในสิ่งแวดล้อมและ 2) เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและแบบปกติ เรื่องชีวิตในสิ่งแวดล้อม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 74 คน จาก 2 ห้องเรียน ของโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ในจังหวัดนครปฐม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับฉลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน อีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องชีวิตในสิ่งแวดล้อม และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องชีวิตในสิ่งแวดล้อม แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ชีวิตในสิ่งแวดล้อม ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

Abstract

The purposes of this study were to 1) compare the scientific problem solving ability of students who studied with problem-based learning and students who were taught by the conventional teaching method and 2) compare the attitudes toward science of students after being taught by problem-based learning and conventional teaching method.

The research sample were 74 students from two intact classrooms in Mathayom sukka IV in the first academic year of 2019 from Phrapathom Wittayalai school, the extra large size school in Nakhonpathom province. The samples were obtained by cluster random sampling. One classroom was randomly assigned as the experimental group

with the problem-based learning method. Another classroom was, a controlled group, with conventional teaching method. The research instruments were 1) problem-based learning lesson plans and typical lesson plans in the topic of life in the environment, 2) the scientific problem solving ability test, and 3) the attitudes toward science questionnaire. The data were analyzed by using Mean, Standard Deviation, and t-test.

The results were as follows 1) the scientific problem solving abilities of students who were taught by problem-based learning were significantly higher than the students who were taught by conventional teaching method at .05 level, and 2) the attitudes toward science scores of the experimental group was significantly higher than that of students after being taught by conventional teaching method at .05.

Keywords: problem-based Learning, Life in Environment, Scientific Problem Solving Ability, Attitude toward Science

บทนำ

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นการศึกษาที่เตรียมนักเรียนให้พร้อมกับชีวิตในเรื่องสำคัญของกระแสการปรับเปลี่ยนทางสังคมที่เกิดขึ้น ซึ่งส่งผลต่อวิถีการดำรงชีพของสังคมอย่างทั่วถึง ครูจึงต้องมีความตื่นตัวและเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนมีทักษะในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีสิ่งสำคัญที่แตกต่างไปจากเดิม คือ การให้ความสำคัญกับนักเรียนตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 ได้กำหนดไว้ว่า หัวใจสำคัญของการปฏิรูปการเรียนรู้ คือ การจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-Centered Learning) หรือที่เรียกว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาในทุก ๆ ด้านของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเป็นทั้งคนเก่ง คนดี และมีความสุข โดยเน้นการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ (Learning Skill) ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ มีทักษะในการค้นหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (Office of the

Basic Education Commission, 2014) สูงสุด แต่การศึกษาในอดีตที่ผ่านมา มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นเนื้อหาวิชา นักเรียนเรียนตามสถานการณ์ในตำราเรียนแล้วสรุปผลให้ตามคู่มือครู จึงทำให้นักเรียนขาดการฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนมีพฤติกรรมและความรู้สึกที่ไม่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนขาดความสนใจใฝ่รู้ในกิจกรรมการเรียนการสอน เป้าหมายไม่กระตือรือร้นในการเรียน เรียนรู้เนื้อหาด้วยการท่องจำ มองไม่เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะในการคิดวิเคราะห์หาเหตุผล คิดแก้ปัญหา และมีเจตคติทางลบต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงของสังคมในปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนจึงต้องมีการปรับเปลี่ยน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์อย่างมีคุณธรรม และสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม

จากการประเมิน PISA 2018 มีการประเมินการเรียนรู้เรื่องการอ่านเป็นการประเมินหลัก และยังได้เพิ่มการประเมินมิติใหม่อีกอย่างหนึ่ง คือ คุณภาพของการเป็นพลเมืองโลก ซึ่งเป็นเรื่องใหม่และท้าทายต่อระบบการศึกษา ว่าสามารถสร้างเยาวชนให้มีความสามารถที่จะปฏิบัติตนให้มีคุณภาพและประสบความสำเร็จไม่ว่าจะอยู่ที่ใดในโลกใบนี้ โดยใช้ชื่อว่าการประเมิน “สมรรถนะการอยู่ในสังคมโลก” ซึ่งองค์กรเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD ให้นิยามว่า “เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ประเด็นของโลกหรือต่างวัฒนธรรมอย่างมีวิจารณญาณและจากมุมมองที่หลากหลาย เพื่อให้เข้าใจถึงความแตกต่างที่ส่งผลต่อการรับรู้ การตัดสินใจ แนวคิดของตนเองและของผู้อื่น และการเข้าไปเกี่ยวข้องอย่างเปิดกว้าง ในทำที่ที่เหมาะสม และสัมพันธ์กับผู้อื่นที่มีภูมิหลังที่แตกต่างอย่างได้ผล บนพื้นฐานของความเคารพในศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์” สมรรถนะการอยู่ในสังคมโลกจึงสามารถตีความเหมือนเป็นกรอบอ้างอิงด้านสติปัญญา ทักษะ และพฤติกรรม เปรียบเหมือนเป็นกรอบแนวคิดประนีประนอมและให้ยืดหยุ่นซึ่งใจตนเองว่า ต้องเคารพในความแตกต่างในวิถีชีวิตและวัฒนธรรมของผู้อื่น การที่จะให้นักเรียนแสดงออกมาเป็นรูปธรรมที่สัมผัสหรือตรวจสอบได้ จำเป็นต้องแยกออกมาเป็นวัตถุประสงค์ย่อยที่วัดได้ ซึ่ง OECD เสนอให้แตกออกมาเป็นมิตีย่อย หรือเป็น “องค์ประกอบ” (Components) ที่วัดได้ประกอบไปด้วยสามมิติหลักคือ มิติด้านความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and understanding) ซึ่ง

อ้างอิงถึงความรู้ความเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ ที่ปรากฏในโลก และความรู้ในวัฒนธรรมอื่น ๆ ที่มีอยู่ในโลกกว้าง มิติด้านทักษะ (Skills) ซึ่งอ้างอิงกับทักษะการคิดหรือทักษะด้านพฤติกรรมที่จะปฏิบัติตนเองให้ประสบความสำเร็จในโลก และมีทัศนคติ (Attitudes) ที่จะใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในการสร้างพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดสมรรถนะการอยู่ในสังคมโลก (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 2018: 1) จากรายงานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การวางแผนระบบการศึกษา การจัดการเรียนการสอนของครูที่มุ่งเน้นพัฒนาส่งเสริมสมรรถนะการอยู่ในสังคมโลกของนักเรียนไทยนั้นเป็นเรื่องที่สำคัญ ครูจำเป็นต้องพัฒนาและส่งเสริมนักเรียนให้มีความรอบรู้ทั้งสามด้านไปพร้อม ๆ กัน คือ ด้านความรู้และความเข้าใจ ด้านทักษะ และด้านเจตคติ ซึ่งสอดคล้องกับ Srihaset (2013) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่จะพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น ครูต้องสร้างกิจกรรมในแต่ละชั้นตอนให้น่าสนใจ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น ได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ใช้สื่ออุปกรณ์ประกอบการจัดกิจกรรมที่หลากหลายและท้าทายความสามารถ จัดเวลาในการทำกิจกรรมในแต่ละชั้นตอนให้เหมาะสม สร้างบรรยากาศที่เน้นให้นักเรียนได้ตระหนักถึงหน้าที่ความรับผิดชอบ รับผิดชอบต่อตนเอง ตรงต่อเวลา และมีความกระตือรือร้นในการเรียน จัดการวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ตีความวิธีหนึ่ง คือ ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และคิดอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น ยังมีโอกาสออกไปแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา (Makmee, 2011: 7) การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าในระบบการศึกษาเดิม เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานมีการกระตุ้นความรู้เดิม โดยธรรมชาติของการเรียนรู้มนุษย์เรามักจะใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่มาช่วยในการทำความเข้าใจและเรียนรู้สิ่งใหม่ มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ มีการเสริมความรู้ใหม่ที่เหมาะสมเจาะจงเข้าในการเรียนรู้

และจากตัวอย่างสภาพปัญหาที่พบของนักเรียนโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ซึ่งเป็นหนึ่งในโรงเรียนขนาด

ใหญ่พิเศษในจังหวัดนครปฐม พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาชีววิทยาพื้นฐาน นักเรียนมีความสงสัย และไม่เข้าใจมากที่สุดในเรื่องชีวิตในสิ่งแวดล้อม เมื่อเปรียบเทียบกับบทเรียนอื่น ๆ นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถคิด และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง จากสภาพปัญหาและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาจากสถานการณ์จริงมาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการค้นคว้า มีการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อันจะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและแบบปกติ เรื่องชีวิตในสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและแบบปกติ เรื่องชีวิตในสิ่งแวดล้อม

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดนครปฐม จำนวน 5 โรงเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 2,448 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษในจังหวัดนครปฐม จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และสุ่ม

อย่างง่ายอีกครั้งด้วยวิธีจับฉลากโดยให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม ดังนี้

กลุ่มทดลอง จำนวน 35 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

กลุ่มควบคุม จำนวน 39 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ

2. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น

1) การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นกำหนดปัญหา (2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา (3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า (4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ (5) ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ และ (6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน

2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (2) ขั้นสอน และ (3) ขั้นสรุป

3. ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4. เนื้อหาสาระ คือ เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่องชีวิตในสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บรรจบอยู่ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ว30103 ในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว1.1

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือในการทดลอง ได้แก่

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องชีวิตในสิ่งแวดล้อม จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลาเรียน 18 ชั่วโมง มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน โดยครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหาหรือสนับสนุนสื่ออุปกรณ์เรียนรู้ให้เหมาะสมเพียงพอแก่ผู้เรียน จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ สร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา และบทบาทของผู้เรียน คือ มีความรับผิดชอบรู้จักการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ สามารถอภิปรายสรุป และนำเสนอผลงานของตนเองได้

2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องชีวิตในสิ่งแวดล้อม จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลาเรียน 18 ชั่วโมง มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 3 ขั้นตอน โดย

ครูผู้สอนมีบทบาทในการบรรยายเนื้อหาต่าง ๆ ตามบทเรียน และบทบาทของผู้เรียน คือ สรุปความรู้ที่ได้จากการฟังบรรยาย และทำแบบฝึกหัดตามกิจกรรมในบทเรียน

การหาคุณภาพความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ได้ในระดับมากที่สุด โดยผลการตรวจสอบความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 1 ฉบับ จำนวน 32 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน แต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก ครอบคลุมทักษะด้านการระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอวิธีแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พฤติกรรมที่ต้องการวัด ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องภาษา และความเหมาะสมของตัวเลือกมาหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.33-0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20-0.60 และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.81

2) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งประกอบด้วยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 4 รายการ ดังนี้ 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ 3) ความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และ 4) คุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พฤติกรรมที่ต้องการวัด ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องภาษา และความเหมาะสมของตัวเลือกมาหาค่าความสอดคล้อง (IOC) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และคำนวณหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของ Cronbach ซึ่งพบว่า แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยง 0.91

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง คือ การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test for independent samples) คำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

2. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง คือ การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test for independent samples) คำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 1

ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ (คะแนนเต็ม 32 คะแนน)

กลุ่ม	n	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	t	p
กลุ่มทดลอง	35	30.00	0.907	14.792*	.000
กลุ่มควบคุม	39	23.62	2.520		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 แสดงผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คะแนนเต็ม 32 คะแนน นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.00 (S.D. = 0.907) และ 23.62 (S.D. = 2.520) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการทดสอบค่าที พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทาง

วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	n	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	t	p
กลุ่มทดลอง	35	4.36	0.170	44.292*	.000
กลุ่มควบคุม	39	2.74	0.144		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 แสดงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 (S.D. = 0.170) และ 2.74 (S.D. = 0.144) ตามลำดับ เมื่อ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งสองกลุ่ม โดยการทดสอบค่าที พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ จำนวน 4 ด้าน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระปทุมวิทยาลัย ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ

เจตคติในด้านต่าง ๆ	กลุ่ม	จำนวน นักเรียน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	t	p
1. ความสนใจใน วิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	35	4.28	0.27	25.135*	.000
	กลุ่มควบคุม	39	2.84	0.23		
2. การเห็นคุณค่าทาง วิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	35	4.46	0.34	24.074*	.000
	กลุ่มควบคุม	39	2.71	0.29		
3. ความเชื่อและค่านิยมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	35	4.38	0.34	24.022*	.000
	กลุ่มควบคุม	39	2.69	0.27		
4. คุณธรรมและจริยธรรมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง	35	4.33	0.27	24.139*	.000
	กลุ่มควบคุม	39	2.67	0.32		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ หลังเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐานของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดังนี้ คือ 1) นักเรียนมีความสนใจในวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 และ 2.84 (S.D. = 0.27, 0.23) ค่า $t = 25.135$ 2) นักเรียนเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 และ 2.71 (S.D. = 0.34, 0.29) ค่า $t = 24.074$ 3) นักเรียนมีความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 และ 2.69 (S.D. = 0.34, 0.27) ค่า $t = 24.022$ 4) นักเรียนมีคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับเท่ากับ 4.33 และ 2.67 (S.D. = 0.27, 0.32) ค่า $t = 24.139$ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งสองกลุ่ม พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติทั้ง 4 ด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระปทุมวิทยาลัย ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับแบบปกติ พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระปทุมวิทยาลัยที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

ข้อที่ 1 นักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถระบุปัญหาที่สำคัญที่สุดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งนำไปสู่วิธีการที่นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ตรงกับสาเหตุของปัญหา และสามารถนำข้อมูลที่ได้ มาอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ว่า สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุหรือไม่อย่างไร ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่นักเรียนอาจเคยพบ มาเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล โดยเน้นผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและรู้จักการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน ผู้สอนมีส่วนร่วมที่น้อยที่สุดเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยกระตุ้นส่งเสริม สอดคล้องกับกฎของธอร์นไดค์ข้อที่ 2 คือ กฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) กล่าวว่า การฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้นั้นถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อย ๆ การเรียนรู้จะไม่คงทนถาวร และในที่สุดอาจจะลืมได้ (Thamabut, 2016) สอดคล้องกับแนวคิดของ Wongvichian (2010) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มจากการใช้ปัญหามากระตุ้นให้ผู้เรียนอยากจะเรียนรู้ ปัญหาเป็นตัวท้าทายผู้เรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จ เมื่อผู้เรียนแก้ปัญหาได้สำเร็จแล้วผู้เรียนจะเกิดความภาคภูมิใจ และจดจำความสำเร็จของตนเองได้เป็นอย่างดี ไม่เพียงแต่ความสำเร็จจากการแก้ปัญหาได้เท่านั้น การจดจำเนื้อหาในบทเรียนของผู้เรียนก็จะดียิ่งขึ้นด้วย และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ

Makmee (2011) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือ PBL เป็นรูปแบบการสอนที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มากที่สุดวิธีหนึ่ง คือ เป็นรูปแบบการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิด วิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาและคิดอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น

2. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 สามารถอภิปรายเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานรายด้านได้ คือ ด้านที่ 1 ความสนใจในวิทยาศาสตร์ ด้านนี้เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจะเกิดขึ้นในขั้นระบุปัญหาและขั้นวิเคราะห์ปัญหา โดยผู้เรียนสามารถกำหนด ระบุปัญหาในประเด็นที่แต่ละกลุ่มสนใจ สงสัย และเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 2 การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ เกิดขึ้นในขั้นสังเคราะห์ความรู้ ขั้นนี้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน และยอมรับถึงประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 3 ความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 4 คุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เกิดขึ้นในขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ โดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง ขั้นนี้จะทำให้ผู้เรียนเล็งเห็นถึงความสำคัญ หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีแนวคิดที่จะนำวิทยาศาสตร์ไปคิดและปฏิบัติเพื่อให้เกิดความดี ความถูกต้อง และเกิดประโยชน์อย่างแท้จริงต่อสังคมต่อไป สอดคล้องกับ Srihaset (2013) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่จะพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น ครูต้องสร้างกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนที่น่าสนใจ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น ได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ใช้สื่ออุปกรณ์ ประกอบการจัดกิจกรรมที่หลากหลายและท้าทายความสามารถ จัดเวลาในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม สร้างบรรยากาศที่เน้นให้นักเรียนได้ตระหนัก

ถึงหน้าที่ความรับผิดชอบ รับผิดชอบต่อตนเอง ตรงต่อเวลา และมีความกระตือรือร้นในการเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Laehsum (2017) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ครูผู้สอนจะต้องศึกษารูปแบบขั้นตอนในการจัดกิจกรรมให้เข้าใจถึงบทบาทหน้าที่ของผู้สอน และบทบาทหน้าที่ของผู้เรียนอย่างถ่องแท้ เพื่อให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จึงจะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

2) ครูผู้สอนต้องทำความเข้าใจในการตั้งประเด็นสถานการณ์ ที่จะนำมาใช้ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด สงสัย และเกิดปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าว เพื่อให้ครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวัด

3) การนำสถานการณ์มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ ครูควรเลือกจากสถานการณ์ต่างๆ ที่ใกล้ตัวนักเรียน หรือเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน

4) ในการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจะต้องสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ บันทึกพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและนำมาใช้ปรับปรุงการเรียนการสอน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น เหมาะที่จะสอนในเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมกับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมากกว่า เนื่องจากนักเรียนสามารถวิเคราะห์ เชื่อมโยงสถานการณ์กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันได้ดี

2) ควรตระหนักถึงสถานการณ์ที่ครูนำมาใช้กระตุ้น ว่าเป็นเหตุการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคย เคยพบหรือเคยเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และเป็นเหตุการณ์ที่มีความหมายต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างแท้จริง และนักเรียนสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อค้นคว้าหาข้อมูลในการตอบปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

3) เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อกำหนดประเด็นปัญหา มีการอภิปรายแลกเปลี่ยน และยังนำเสนอความคิดของแต่ละกลุ่มออกมาในรูปแบบที่สร้างสรรค์สวยงามแตกต่างกัน ดังนั้นครูจึงควรศึกษาตัวแปรตามอื่น ๆ นอกเหนือจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดแบบมีวิจารณญาณ เป็นต้น

4) ควรมีการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนทั้งสองกลุ่ม เพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มใน 2 ห้องเรียน มีผลการเรียนที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

5) การออกแบบใบงานหรือใบกิจกรรม ครูควรออกแบบให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้หลากหลาย ไม่ใช่คำถามปลายปิดที่ปิดกั้นความคิดของผู้เรียน

References

- Laehsum, S. (2017). *Effect of Problem-based Learning on Biology Achievement, Scientific Communication Skills and Attitudes towards Science of Grade 12 Students*. Master Degree Thesis of Education in Teaching Science and Mathematics, Songkla University. [in Thai]
- Makmee, P. (2011). Problem-based Learning. *EAU Heritage Journal*, 5(1), 7. [in Thai]
- Office of the Basic Education Commission. (2014). *Learning Process*. Bangkok: N.p. [in Thai]
- Srihaset, C. (2013). Comparison of Learning Achievements, Science Process Skills, and Attitudes towards Science Learning on 'Bio-molecular Substances' of Mathayom Suksa 6 Students between 4 MAT Learning Management and 7E Inquiry Learning Management. *Nakhon Phanom University Journal*, 3(3), 68. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2018). *Course Guide Biological Science, Grade 9-10*. Bangkok: The Welfare Promotion Commission for Teachers and Education Personnel Printing. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2017). *Indicators and core content Group learning science (Revised edition B.E. 2017) according to the Core Curriculum for Basic Education, 2008*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation Printing. [in Thai]
- Thamabut, M. (2016). *Psychology for Teachers*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing house. [in Thai]
- Wongvichian, S. (2010). *A Comparison of Academic Achievement and the Thinking Ability Required to Solve Problems on the Protection of the Rights of Consumers by Mathayom Suksa Five Students Studying in the Social Studies, Religion, and Culture Learning Strand using the Method of Problem-based Learning Management and the Method of Six Thinking Hats*. Master Degree Thesis of Education (Teaching Social Studies), Ramkhamhaeng University. [in Thai]