ผลการจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส ต่อมโนมติเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

THE EFFECTS OF PODS LEARNING MANAGEMENT ON DIRECT CURRENT ELECTRIC CIRCUIT CONCEPTS OF MATHAYOM SUKSA 3 STUDENTS

พัธวุฒิ ลังกาพินธ์ [1] และ เดชา ศุภพิทยาภรณ์ [2]

Puttawut Lungkapin [1] and Decha Suppapittayaporn [2]

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถนนห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200[1,2]

Chiang Mai University, 239 Huay Kaew Road, Muang District, Chiang Mai, 50200[1,2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส ที่มีต่อมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแม่ลาย อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบพีโอดีเอส เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 6 ชุด ซึ่งผ่านการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ในการสอนเนื้อหาใช้เวลาสอน 22 คาบ และ 8 สัปดาห์ และ 2) แบบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรง (KR–20 = 0.73) การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส ต่อมโนมติไฟฟ้ากระแสตรงโดยการประเมินผลการเรียนรู้เชิงมโนมติด้วยวิธีการทดสอบก่อนและหลังเรียนและหาค่า Class Average Normalized gain <g> ของนักเรียนทั้งกลุ่มพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.40 แสดงว่ามโนมติของนักเรียนเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงดีขึ้นอยู่ในระดับปานกลาง ผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส เพื่อให้ผู้สอนได้พัฒนากลวิธีการทำให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางมากขึ้นในการเรียน ผ่านการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส มโนมติ วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

---

[1] นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

[2] อาจารย์ ดร. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

ABSTRACT

This research was aimed to study the effect of PODS learning management on conceptual understanding of 29 Mathayom Suksa 3 students of Baan Mae Lai School, Hod, Chiang Mai, in a science course on the topic of direct electric current circuit. This study was carried out in the first semester of 2015 academic year. The research tools were 1) a total of 6 pre–designed learning modules based on PODS learning managemetn which were examined by a number of experts in the subject area and 2) an inventory of direct electric current circuit concept (KR–20 = 0.73). The analysis of pre and post scores was done to see the class average normalized gain and it is seen that the gain is 0.40, medium gain, which indicates that the PODS learning management employed in this study helps improve students' concept in a medium level. The results of this study help insight how the PODS can be employed into the classroom to encourage a more student–centered engagement through the concept of direct electric circuit.

KEYWORDS : PODS Learning management, Concept, Direct Current Electric Circuit.

บทนำ

การจัดการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2546) มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติและตามความแตกต่างของแต่ละบุคคล ด้วยการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจากประสบการณ์จริง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็นทำเป็นและเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เช่นเดียวกับเป้าหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้นักเรียนมีทักษะสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) แต่ปัจจุบันการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้เท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากการที่ Corcoran (สุธาสินี เพชรคุ้ม, 2555) ได้สะท้อนถึงสถานการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยโดยการวิเคราะห์ผลคะแนน PISA (Programme for International Student Assessment) ซึ่งพบว่า ศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยล้าหลังประเทศในกลุ่ม OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) อยู่ราวสองปี เช่นเดียวกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ซึ่งนักเรียนทำคะแนนได้ต่ำมาก ซึ่งหากพิจารณาจากผลการทดสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแม่ลาย อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ที่ผู้วิจัยปฏิบัติหน้าที่สอนอยู่นั้น พบว่าวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในระดับประเทศ ซึ่งปีการศึกษา 2556 นั้น ค่าเฉลี่ยของคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในระดับประเทศ 9 มาตรฐาน และจำนวนนักเรียนที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าขีดจำกัดล่างมีถึงร้อยละ 61.54 เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการทดสอบ O-NET ของนักเรียนเป็นรายข้อ ผู้วิจัยพบว่า สาระที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนต่ำสุด โดยเฉพาะเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 31.37 เท่านั้น (สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557) นอกจากนี้ ข้อมูลจากการนิเทศชั้นเรียนยังพบว่า ในช่วงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจหรือไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในวงจรไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน อาจเพราะนักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าหลายประเด็น เช่น นักเรียนเข้าใจว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าหลอดไฟจะไม่เท่ากับกระแสที่ไหลออก เพราะถูกหลอดนำไปใช้ในการส่องสว่าง หรือเข้าใจว่ากระแสไฟฟ้าที่ขั้วบวกของถ่านไฟฉายจะมีค่ามากที่สุด เป็นต้น ซึ่งปัญหาดังกล่าว ส่วนหนึ่งมาจากรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ไม่ได้เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (ฝ่ายวิชาการโรงเรียนบ้านแม่ลาย, 2557) การเรียนที่เน้นการฟังบรรยายหรือท่องจำเนื้อหาเป็นหลักอาจทำให้นักเรียนขาดประสบการณ์ตรง จึงมีโอกาสทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ง่าย (Fisher, 1985 อ้างถึงใน พนิตานันท์ วิเศษแก้ว, 2553) ดังนั้น การที่จะทำให้นักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจหรือมโนมติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ครูจึงต้องหาวิธีการที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจมโนมติของเรื่องที่เรียนได้ด้วยตนเอง (มังกร ทองสุขดี, 2521; ปรีชา วงศ์ชูศิริ, 2529; ทิศนา แขมมณี, 2556)

มโนมติวิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคลเป็นความคิดความเข้าใจของแต่ละบุคคลที่เกิดจากการสังเกตและได้รับประสบการณ์ที่เกี่ยวกับธรรมชาติหรือวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นความคิดขั้นสุดท้ายจนได้เป็นข้อสรุป ความเข้าใจ หรือคำจำกัด

ความของเรื่องนั้น (Martin, 2012) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนมติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง กิจกรรมการเรียนการสอนต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมมากที่สุด เน้นให้นักเรียนเป็นผู้กระทำและค้นพบความรู้ด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้คอยชี้แนะเพื่อนำไปสู่มโนมติที่ถูกต้อง (นาตยา ปิลันธนานนท์, 2542 ; Martin, 2012) การเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมมโนมติวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบหนึ่งในนั้นคือ การเรียนรู้แบบ Active Learning (AL) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือกระทำและใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้ทำ (Center for Teaching Excellence, 2014) การเรียนรู้แบบ AL มีแนวคิดพื้นฐานจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เชื่อว่า นักเรียนไม่ได้เข้าห้องเรียนด้วยความว่างเปล่าแต่จะมีมโนมติเดิม (Prior concept) หรือความรู้เดิม (Prior Knowledge) ของเรื่องที่จะเรียนอยู่ก่อนแล้ว และหลายๆ มโนมติโดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีความคลาดเคลื่อนไปจากคำอธิบายของนักวิทยาศาสตร์มากพอสมควร ครูควรที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน ให้นักเรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจเดิมหรือมโนมติเดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ได้อย่างเหมาะสมก็จะเกิดการสร้างความรู้อย่างมีความหมาย (Garnett & Treagust, 1992) ดังที่ บราว์นและอะเบล (Brown & Abell, 2007) ได้พบว่า กิจกรรมแบบ AL ช่วยให้นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นและสามารถใช้ความรู้นั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับการศึกษาของยุวดี ใจเดี่ยว (2553) และดวงใจ บุตรดี (2556) ที่พบในประเด็นคล้ายกันว่า การเรียนรู้แบบ AL ช่วยให้นักเรียนมีลำดับความคิด เกิดการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทดลองไปสู่สถานการณ์จริง ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

การจัดการเรียนรู้แบบ AL มีหลายแบบ เช่น POE (Predict–Observe–Explain),Think–Pair–Shared หรือ PODS (Predict–Observe–Discuss–Synthesize) เป็นต้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส (PODS) เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้แบบ AL ที่ช่วยส่งเสริมมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีระบบ (พรรัตน์ วัฒนกสิวิชช์, 2556; Mazzolini et al., 2011) การจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส มีขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้น คือ ขั้นทำนาย (P) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำนายหรือคาดเดาปรากฏการณ์หรือการทดลองตามความเข้าใจเดิมของนักเรียน เพื่อดึงเอาโครงสร้างองค์ความรู้ที่มีออกมาใช้ในการทำนาย ขั้นสังเกต (O) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสังเกตการสาธิตหรือการทดลอง แล้วนำไปเปรียบเทียบกับสิ่งที่ตนเองได้ทำนายไว้ เพื่อทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา ขั้นอภิปราย (D) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำการแลกเปลี่ยนความคิดและอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มหรือในชั้นเรียนจากผลที่ทำนายไว้และผลจากการสังเกตได้ เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกับผู้อื่นให้เกิดการขยายหรือปรับเปลี่ยนมโนมติ และขั้นสังเคราะห์ (S) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนกับครูร่วมกันอภิปรายจากตัวอย่างหรือสถานการณ์ในบริบทอื่น ๆ เพื่อให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ความรู้ (พรรัตน์ วัฒนกสิวิชช์, 2556) จะพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส นั้นเป็นวิธีการที่ให้นักเรียนเรียนรู้โดยการสร้างสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือความไม่สอดคล้องทางปัญญา (Cognitive dissonance) ซึ่งเป็นสภาวะไม่สมดุลทางความคิด (Disequilibrium) เนื่องจากนักเรียนอาจจะมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Misconception) เปรียบได้กับโครงสร้างขององค์ความรู้ที่ไม่ถูกต้อง เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลใหม่แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงกับองค์ความรู้เดิมได้ ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งความ

ขัดแย้งทางปัญญาดังกล่าวจะทำให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิด (Conceptual change) ที่นำไปสู่โครงสร้างองค์ความรู้ที่ถูกต้อง (ชนาธิป พรกุล, 2554) นักการศึกษา เช่น โซโคลอฟฟ์และคณะ (Sokoloff et al., 2006) ได้นำขั้นตอนพีโอดีเอส มาสร้างชุดการสอนเกี่ยวกับแสงที่เรียกว่า Active learning in optics and photonics (ALOP) ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นแนวทางการสอนที่เน้นบทบาทของนักเรียนให้เป็นผู้ลงมือกระทำและช่วยให้นักเรียนค้นพบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ซึ่งองค์กร UNESCO ให้ความสนใจและสนับสนุนให้ใช้เป็นแนวทางการสอนทางฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์สาขาอื่นอีกด้วย (Minellaet al., 2010) ดังเห็นได้จากผลการ ศึกษาของ สุรชัยและรัชภาคย์ (Nopparatjamjomras and Chitaree, 2009) ที่พบว่าการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ไขมโนมติที่ผิดพลาดในเรื่องแสงสีให้ถูกต้องได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ ลูคาร์เรียโล (Lucariello, 2010 อ้างถึงใน Mazzolini et al., 2011) ยังพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส ช่วยให้นักเรียนสามารถค้นพบมโนมติทางฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนของตนเองจากการสังเกตที่เฉพาะเจาะจงและปรับเปลี่ยนให้ถูกต้องผ่านการอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนร่วมชั้นและครูผู้สอน แล้วสร้างเป็นมโนมติที่ถูกต้องด้วยตนเอง ด้วยวิธีการดังกล่าวยังช่วยให้มโนมติเหล่านั้นเข้ากันได้พอดีใน “เครือข่ายของความเข้าใจ” (Network of understanding) ในเรื่องที่ศึกษาโดยเฉพาะอีกด้วย

จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจนำการจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาผลที่มีต่อมโนมติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยเล็งเห็นประโยชน์ของการจัดเรียนรู้แบบพีโอดีเอส ว่าจะส่งผลให้นักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและเป็นแนวทางในการจัดรูปแบบการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส ที่มีต่อมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านแม่ลาย อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 29 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส ต่อมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเนื้อหาที่ใช้สอนได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระที่ 5 ตัวชี้วัดที่ ว 5.1 เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับชุดการเรียนรู้ตามรูปแบบพีโอดีเอส และแบบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับชุดการเรียนรู้ตามรูปแบบพีโอดีเอส โดยผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 5 ตัวชี้วัดที่ ว 5.1 ที่เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้นวิเคราะห์

เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดประเด็นมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ต้องการศึกษา ภายในแผนมีกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นสอนและ 3) ขั้นสรุป โดยจัดกิจกรรมในขั้นสอนให้สอดคล้องกับชุดการเรียนรู้ตามรูปแบบพีโอดีเอส ที่มี 4 ขั้น คือ ขั้นทำนาย (P) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำนายหรือคาดเดาปรากฏการณ์หรือการทดลองตามความเข้าใจเดิมของนักเรียน เพื่อดึงเอาโครงสร้างองค์ความรู้ที่มีออกมาใช้ในการทำนาย ขั้นสังเกต (O) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสังเกตการสาธิต การทดลอง แล้วนำไปเปรียบเทียบกับสิ่งที่ตนเองได้ทำนายไว้ เพื่อทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา ขั้นอภิปราย (D) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำการแลกเปลี่ยนความคิดและอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มหรือในชั้นเรียนจากผลที่ทำนายไว้และผลจากการสังเกตได้ เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกับผู้อื่นให้เกิดการขยายหรือปรับเปลี่ยนมโนมติ และขั้นสังเคราะห์ (S) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนกับครูร่วมกันอภิปรายจากตัวอย่างในบริบทอื่น ๆ เพื่อให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ความรู้ โดยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน ได้แก่ 1) แหล่งกำเนิดไฟฟ้าและการนำไฟฟ้า 2) ความต่างศักย์ ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทาน 3) วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม 4) วงจรไฟฟ้าแบบขนาน 5) การลัดวงจร การต่อเซลล์ไฟฟ้า พลังงานและกำลังไฟฟ้า และ 6) การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย กำหนดเวลาที่ใช้ในการสอนทั้งสิ้น 22 ชั่วโมง จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่องและให้ข้อเสนอแนะแล้วปรับปรุงแก้ไข จนได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์มีค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00

1.2 แบบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 5 ตัวชี้วัดที่ ว 5.1 ที่เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรง แล้วนำมาวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดประเด็นมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ต้องการศึกษา จำนวน 5 กลุ่มมโนมติ คือ 1) กระแสไฟฟ้าในวงจรอย่างง่าย 2) การต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้า (ถ่านไฟฉาย) กับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าในวงจรอย่างง่าย 3) การต่อตัวต้านทานและความสัมพันธ์ของความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าในวงจรอย่างง่าย 4) วงจรสมบูรณ์และการลัดวงจร และ 5) แผนภาพวงจร หลังจากศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ จึงสร้างข้อสอบตามแนวทางของแบบวัดมโนมติเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า DIRECT (Determining and Interpreting Resistive Electric circuits Concepts Test) (Engelhardt & Beichner, 2004) และสร้างขึ้นเพิ่มเติมให้ครอบคลุมมโนมติที่ต้องการศึกษา รวมทั้งสิ้น 45 ข้อ เป็นชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จากนั้นนำแบบวัดมโนมติไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่องและให้ข้อเสนอแนะแล้วปรับปรุงแก้ไข ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มประชากร (Try out) คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 56 จังหวัดน่าน และนำมาวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกแบบวัดที่มีค่าสถิติผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้จำนวน 25 ข้อ ได้ค่าความเชื่อมั่น KR–20 = 0.73 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80 และค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง

0.20 – 0.80

2. ทำการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มประชากรโดยใช้แบบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้นจึงนำผลการวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนมาวิเคราะห์มโนมติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้เวลาในช่วงสัปดาห์แรกก่อนการดำเนินการเรียนการสอน

3. ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มประชากรด้วยตนเองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับชุดการเรียนรู้รูปแบบพีโอดีเอส เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 แผน ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ ใช้เวลาในการสอนทั้งสิ้น 22 ชั่วโมง บรรยากาศการจัดกิจกรรมการเรียนแบบพีโอดีเอส ปรากฏดังตัวอย่างในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 บรรยากาศการจัดกิจกรรมการเรียนแบบพีโอดีเอส

4. เมื่อเสร็จสิ้นการสอนทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มประชากรอีกครั้งโดยใช้แบบวัดมโนมติฉบับเดิม แล้วจึงนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้วยวิธีการหา Class Average Normalized Gain <g> (Hake, 1998) และสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการหาค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน และการหาค่า Class Average Normalized Gain <g> โดยเฮค (Hake, 1998) ได้กำหนดการประเมินค่า <g> ออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับสูง (High gain) ได้ค่า $\langle g \rangle \geq 0.7$ ระดับปานกลาง (Medium gain) ได้ค่า $0.3 \leq \langle g \rangle < 0.7$ ระดับต่ำ (Low gain) ได้ค่า $\langle g \rangle < 0.3$

ผลการวิจัย

ผลการจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอสต่อมโนมติวิทยาศาสตร์ มีค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากการวัดมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและค่า Class Average Normalized Gain <g> จำแนกตามกลุ่มมโนมติที่ศึกษาได้ผลดังตารางที่ 1 ซึ่งจากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน คือ จากร้อยละ 40.14 เป็นร้อยละ 64.28 ได้ค่า <g> เท่ากับ 0.40 ซึ่งถือว่าความเข้าใจของนักเรียนถูกต้องเพิ่มขึ้นในระดับปานกลาง (Hake, 1998) เมื่อพิจารณาเป็นรายกลุ่มมโนมติพบว่า ทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนเช่นกัน โดยที่มโนมติกลุ่มที่ 1 เรื่องกระแสไฟฟ้าในวงจรอย่างง่ายมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุด และกลุ่มที่ 5 เรื่องแผนภาพวงจรมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

ตารางที่ 1 ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากการวัดมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและค่า Class Average Normalized Gain <g> จำแนกตามกลุ่มมโนมติที่ศึกษา

มโนมติที่ศึกษา	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย		<g>
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
กลุ่มที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้าในวงจรอย่างง่าย	**29.89**	**82.76**	**0.75**
1.1 กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าที่ตัวต้านทานจะเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากตัวต้านทานนั้นเสมอ	29.89	82.76	
กลุ่มที่ 2 เรื่อง การต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้า (ถ่านไฟฉาย) กับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าในวงจรอย่างง่าย	**44.83**	**78.16**	**0.60**
2.1 การต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรมจะทำให้ความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทานมีค่าเพิ่มขึ้น	44.83	82.76	
2.2 การต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรมจะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานมีค่าเพิ่มขึ้น	58.62	96.55	
2.3 การต่อถ่านไฟฉายแบบขนานจะทำให้ความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทานมีค่าเท่าเดิม	31.03	55.17	
กลุ่มที่ 3 เรื่อง การต่อตัวต้านทานและความสัมพันธ์ของความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าในวงจรอย่างง่าย	**34.17**	**55.80**	**0.33**
3.1 การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมทำให้ค่าความต้านทานรวมเพิ่มขึ้น ส่วนการต่อแบบขนานทำให้ค่าความต้านทานรวมลดลง	24.14	75.86	
3.2 ความต้านทานเป็นสมบัติเฉพาะของวัตถุ	18.97	48.28	
3.3 การต่อเพิ่มตัวต้านทานแบบอนุกรมทำให้กระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าลดลงส่วนการต่อเพิ่มแบบขนานทำให้กระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าเพิ่มขึ้น	46.21	53.79	
3.4 ในวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายที่ตัวต้านทานต่ออนุกรมกันผลรวมความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวเท่ากับความต่างศักย์รวม ส่วนในวงจรขนานความต่างศักย์คร่อมตัวต้านทานทุกตัวเท่ากัน	29.31	48.28	
กลุ่มที่ 4 เรื่อง วงจรสมบูรณ์และการลัดวงจร	**44.14**	**78.62**	**0.62**
4.1 การครบวงจร เป็นสภาวะที่กระแสไฟฟ้าไหลออกจากแหล่ง กำเนิดผ่านส่วนประกอบวงจรแล้วไหลกลับมายังแหล่งกำเนิดอีกครั้ง	93.10	96.55	
4.2 การลัดวงจรไฟฟ้า เป็นสภาวะที่มีตัวนำมาแตะพาด 2 จุดใด ๆ ในวงจร เป็นผลทำให้กระแสไฟฟ้าไม่ผ่านส่วนประกอบของวงจรแต่ลัดผ่านตัวนำนั้นแทน	31.90	74.14	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

มโนมติที่ศึกษา	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย		<g>
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
กลุ่มที่ 5 เรื่อง แผนภาพวงจร	**48.28**	**51.72**	**0.07**
5.1 ในวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจะเขียนแผนภาพวงจรแทนวงจรจริงเพื่อความสะดวกโดยใช้เส้นทึบแทนสายไฟซึ่งถือว่าไม่มีความต้านทาน และใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนส่วนประกอบของวงจรที่อาจจะต่อกันแบบอนุกรม แบบขนาน หรือแบบผสม	48.28	51.72	
รวมทั้งหมด	40.14	64.28	0.40

สรุปผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส ช่วยให้นักเรียนในภาพรวม มีมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับปานกลาง

อภิปรายผล

1. มโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลคะแนนทดสอบก่อนเรียนจากแบบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงร่วมกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล จึงพบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงหลายประเด็น ซึ่งจำแนกได้ตามมโนมติที่ศึกษาทั้ง 5 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

1.1 มโนมติที่ศึกษากลุ่มที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้าในวงจรอย่างง่าย ก่อนเรียนนักเรียนจำนวนมากเข้าใจว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าหลอดไฟจะมีค่ามากกว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากหลอดไฟ ส่วนหนึ่งเพราะเข้าใจว่ากระแสถูกนำไปใช้ในหลอดไฟ ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของ แมคเดอมอทและชาฟเฟอร์ (McDermott & Shaffer, 1992 อ้างถึงใน อัศวรัตน์ นามะกันคำ, 2550) ที่พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่เข้าใจว่ากระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านหลอดไฟสองหลอดที่ต่อกันแบบอนุกรมไม่เท่ากันและหลอดไฟหลอดที่สองจะมีความสว่างน้อยกว่าเนื่องจากพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ถูกใช้ไปในหลอดไฟหลอดแรก

1.2 มโนมติที่ศึกษากลุ่มที่ 2 เรื่อง การต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้า (ถ่านไฟฉาย) กับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าในวงจรอย่างง่าย เมื่อพิจารณาตามประเด็นของเนื้อหามีรายละเอียดดังนี้

1) การต่อถ่านไฟฉายเพิ่มเข้าไปในวงจรอย่างง่ายแบบอนุกรม ก่อนเรียนนักเรียนส่วนหนึ่งเข้าใจว่าการต่อถ่านไฟฉายเพิ่มเข้าไปในวงจรแบบอนุกรมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความต่างศักย์ที่คร่อมหลอดไฟ (ตัวต้านทาน) หรือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟ (ตัวต้านทาน) เพราะเข้าใจว่าหลอดกินไฟเท่าเดิม

2) การต่อถ่านไฟฉายเพิ่มเข้าไปในวงจรอย่างง่ายแบบขนาน ก่อนเรียนนักเรียนส่วนหนึ่งเข้าใจว่า การต่อถ่านไฟฉายเพิ่มเข้าไปในวงจรโดยขนานกับถ่านไฟฉายเดิมจะทำให้ความต่างศักย์ที่คร่อมหลอดไฟ (ตัวต้านทาน) เพิ่มขึ้น คล้ายกับการศึกษาของ เอนเจลฮาดท์และไบชเนอร์ (Engelhardt & Beichner, 2004) ที่พบว่า นักเรียนจำนวนหนึ่งเข้าใจว่า

ถ่านไฟฉายสองก้อนที่ต่อแบบขนานจะให้แรงเคลื่อนไฟฟ้ามากกว่าการต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรม และอีกจำนวนหนึ่งเข้าใจว่าการต่อถ่านไฟฉายสองก้อนแบบขนานจะให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากับการต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรมด้วย

1.3 มโนมติที่ศึกษากลุ่มที่ 3 เรื่องการต่อตัวต้านทานและความสัมพันธ์ของความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าในวงจรอย่างง่าย เมื่อพิจารณาตามประเด็นของเนื้อหามีรายละเอียดดังนี้

1) การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนาน ก่อนเรียนนักเรียนจำนวนมากเข้าใจว่า การต่อตัวต้านทานทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานทำให้ค่าความต้านทานรวมเพิ่มขึ้น นักเรียนจึงเข้าใจว่าการเพิ่มหลอดไฟ (ตัวต้านทาน) เข้าไปในวงจรแบบขนานจะทำให้กระแสไฟฟ้ามีค่าลดลงด้วย คล้ายกับการศึกษาของเวนไรท์ (Wainwright, 2007) ที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่าการต่อขนานตัวต้านทานทำให้ค่าความต้านทานรวมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ นักเรียนจำนวนมากยังเข้าใจว่า ในวงจรที่ตัวต้านทานที่เหมือนกันสองตัวต่อกันแบบอนุกรม ตัวต้านทานที่อยู่ด้านที่กระแสเข้าจะมีความต่างศักย์คร่อมมากกว่า และเข้าใจว่าความต่างศักย์คร่อมตัวต้านทานที่ต่อกันแบบขนานไม่เท่ากัน

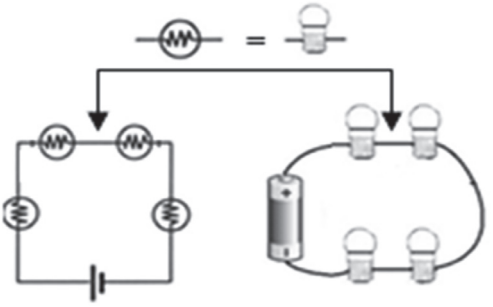
2) ความต้านทานเป็นสมบัติเฉพาะของวัตถุ ก่อนเรียนนักเรียนจำนวนมากเข้าใจว่าการเพิ่มความต่างศักย์คร่อมหรือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟ (ตัวต้านทาน) ทำให้ค่าความต้านทานของหลอดไฟ (ตัวต้านทาน) เปลี่ยนแปลงได้

1.4 มโนมติที่ศึกษากลุ่มที่ 4 เรื่องวงจรสมบูรณ์และการลัดวงจร เมื่อพิจารณาตามประเด็น ของเนื้อหามีรายละเอียดดังนี้

1) การครบวงจร นักเรียนจำนวนมากมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการครบวงจรตั้งแต่ก่อนเรียน

2) การลัดวงจร ก่อนเรียนนักเรียนจำนวนมากเข้าใจว่า เมื่อเกิดการลัดวงจรจะทำให้หลอดไฟทั้งหมดของวงจรไม่สว่างและไม่สามารถวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องว่าหากเกิดการลัดวงจรบางส่วนแล้วจะทำให้ส่วนประกอบใดหยุดทำงาน

1.5 มโนมติที่ศึกษากลุ่มที่ 5 เรื่องแผนภาพวงจร ก่อนเรียนนักเรียนจำนวนมากไม่สามารถบอกได้ว่าจุดใดบ้างของหลอดที่จะต้องต่อเข้ากับขั้วถ่านไฟฉายจึงจะครบวงจรและไม่สามารถแปลงแผนภาพวงจรให้เป็นวงจรจริงได้ ส่วนใหญ่จะพิจารณาจุดต่อจากลักษณะลายเส้นของแผนภาพแล้วจึงแปลงให้เป็นภาพวงจรจริง ตัวอย่างดังภาพที่ 2



แผนภาพวงจร ภาพวงจรจริง

ภาพที่ 2 แนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ข้อที่ 25

ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของ เอนเจลฮาดท์และไบชเนอร์ (Engelhardt & Beichner, 2004) ที่พบว่า นักเรียนสามารถแปลงภาพวงจรจริงไปเป็นแผนภาพวงจรได้ง่ายกว่าการแปลงแผนภาพวงจรไปเป็นภาพวงจรจริงอาจเป็นเพราะนักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องโครงสร้างและลักษณะการต่อวงจรของหลอดไฟเพื่อให้หลอดสว่าง

จากข้อมูลข้างต้น พบว่ามโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่พบจากการวิจัยครั้งนี้มีหลายประเด็นที่สอดคล้องกับมโนมติที่คลาดเคลื่อนที่นักวิจัยหลายท่านได้ค้นพบจากการศึกษาเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่าแบบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นนี้ สามารถตรวจสอบมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ดีในระดับหนึ่ง

2. ผลของการจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอสที่มีต่อมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากผลการศึกษาที่พบว่า คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนและมีความเข้าใจที่ถูกต้องมากขึ้นอยู่ในระดับปานกลางนั้น แสดงว่า การจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส มีผลต่อการขยายมโนมติและปรับเปลี่ยนมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ผู้วิจัย พบว่า นักเรียนจะให้ความสำคัญกับความเข้าใจของตนเองเป็นอย่างมากในขั้นการทำนาย (P) ซึ่งหากพบว่าผลที่ได้จากการทดลองในขั้นการสังเกต (O) ไม่ตรงกับความเข้าใจของตน นักเรียนจะไม่ยอมรับผลการทดลองที่เกิดขึ้นในทันทีด้วยเข้าใจว่าผลการทดลองนั้นอาจจะผิดพลาด นักเรียนจะสอบถามกับเพื่อนต่างกลุ่มและพยายามหาข้อพิสูจน์เพื่อยืนยันความคิดของตนเองโดยการทดลองซ้ำ ภายหลังเมื่อนักเรียนพบว่าผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลองของกลุ่มอื่น จึงจะยอมรับและปรับความคิดของตนเองตามสิ่งที่ได้เห็นจากการทดลอง เมื่อมีการแลกเปลี่ยนความคิดกันในขั้นการอภิปราย (D) กับเพื่อนต่างกลุ่มหรือครูจึงได้ข้อสรุปที่เป็นมโนมติที่ถูกต้องและนำความเข้าใจนั้นไปใช้ในขั้นการสังเคราะห์ (S) ได้อย่างถูกต้อง ถือได้ว่าลักษณะที่เกิดขึ้นนี้สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของเพียเจต์ (ชนาธิป พรกุล, 2554) ที่สรุปได้ว่า เมื่อข้อมูลใหม่ถูกนำเข้าสู่สมองแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบภายในเพื่อทำความเข้าใจหรือทำให้เข้ากับข้อมูลใหม่นั้น เรียกว่า การปรับตัว (Adaptation) ถ้านักเรียนพบสิ่งที่ไม่คุ้นเคยหรือข้อมูลใหม่ไม่มีความใกล้เคียงหรือสัมพันธ์กับความรู้เดิมจะเกิดความสงสัยเรียกว่า เกิดสภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) นักเรียนจะใช้กระบวนการปรับสภาวะ (Accommodation) เพื่อปรับโครงสร้างทางปัญญาที่มีให้เข้ากับความรู้ใหม่ทำให้เกิดสภาวะสมดุล (Equilibrium) แล้วจึงจัดเก็บในโครงสร้างทางปัญญา ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส ช่วยให้นักเรียนเกิดการขัดแย้งทางปัญญาที่จะนำไปสู่การปรับเปลี่ยนมโนมติที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้องได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ ออสเบอร์น (Osborne, 1982 อ้างถึงใน วรรณิพา รอดแรงค้า, 2540) ที่ว่า เพื่อให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนมติ ครูควรเตรียมบทเรียนที่จะนำไปสู่ความเข้าใจความคิดของนักวิทยาศาสตร์และความคิดของนักเรียนเพราะนักเรียนจะคุ้นเคยกับบริบทของความคิดต่าง ๆ จากประสบการณ์ที่ได้รับและสอดคล้องกับแนวทางของเชอร์พาร์สันและอะเบล (Shepardson and Abell,1991 อ้างถึงใน แสงเดือน เจริญฉิม, 2552) ที่ว่า การสอนควรเน้นให้เกิดความขัดแย้งจากโครงสร้างทางปัญญาที่นักเรียนได้รับจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วนำไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องด้วยการให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ใช้การทำนาย ค้นหาปรากฏการณ์ที่มีความขัดแย้งแล้วเปลี่ยนมโนมติที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง

นอกจากนี้ เพื่อเป็นการตรวจสอบอีกทางหนึ่งว่านักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องหรือไม่

ผู้วิจัยจะให้นักเรียนนำเสนอตามความคิดความเข้าใจและใช้สำนวนภาษาของตนเองในขั้นตอนที่มีการสรุปและการอภิปรายผลต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ พรรณี ชูทัย (2522) และ Martin (2012) ที่ให้ไว้คล้ายกันว่า การส่งเสริมให้เกิดมโนมติที่ถูกต้อง ควรให้นักเรียนได้เป็นเจ้าของความรู้นั้นโดยการให้นักเรียนเป็นผู้สรุปและอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติที่เรียนด้วยคำพูดของตนเอง แต่เนื่องจากนักเรียนกลุ่มประชากรเป็นเด็กกลุ่มชาติพันธุ์ที่ไม่ได้ใช้ภาษาไทยกลางในการสื่อสารในชีวิตประจำวัน และการที่นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการใช้ศัพท์วิทยาศาสตร์ จึงไม่เข้าใจคำบางคำหรือใช้คำที่ผิดความหมาย ทำให้นักเรียนบางคนถ่ายทอดความคิดความเข้าใจออกมาเป็นคำพูดไม่ตรงกับสิ่งที่ตนเองคิดไว้และสื่อความหมายผิดพลาด เช่น นักเรียนบางคนเข้าใจว่าตัวต้านทานมีหน้าที่ในการกั้นกระแสไม่ให้ไหลผ่านหรือทำหน้าที่เป็นฉนวนไฟฟ้า เพราะนักเรียนตีความหมายของคำว่า “ต้านทาน” ในลักษณะของการกั้นไว้หรือต้านไว้ทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านได้ เป็นต้น แสดงให้เห็นว่า ภาษามีส่วนที่ทำให้มโนมติของนักเรียนเกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่ายเช่นกันซึ่งสอดคล้องกับ Sum um Jaan (1990 อ้างถึงใน พิชาชัยจันดี, 2552) ที่พบว่า การสรุปปรากฏการณ์ที่มีอยู่หรือพิจารณามโนมติโดยอาศัยความคิดภายในขอบเขตของตนเองและการมีข้อจำกัดในการใช้ภาษา นักเรียนจึงไม่สามารถแสดงความคิดเห็นออกมาเป็นคำพูดและได้ข้อสรุปที่ตรงกับความความคิดของตนเองจึงเกิดเป็นมโนมติที่คลาดเคลื่อน เช่นเดียวกับ Kiokaew (1989 อ้างถึงใน นิคม ทองบุญ, 2542) ที่พบว่า การเทียบความหมายคำที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์กับคำที่ใช้ในชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนได้เช่นกัน ดังนั้น หลังจากที่นักเรียนได้ข้อสรุปแล้ว ผู้วิจัยจะช่วยปรับสำนวนภาษาที่นักเรียนใช้ให้สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนมติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องแนวทางของ สุณีย์ ธีรดากร (2525) และ Martin (2012) ที่ให้ไว้คล้ายกันว่า เมื่อนักเรียนอธิบายหรือให้คำจำกัดความมโนมติที่ครูสอน ครูควรเพิ่มเติมในสิ่งที่ไม่ชัดเจนตลอดจนให้คำแนะนำและซักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้มโนมติที่ถูกต้อง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ผู้สอนสามารถนำการจัดการเรียนรู้แบบ พีโอดีเอส ไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่น ๆ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้ เพราะการจัดการเรียนรู้แบบพีโอดีเอส สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้ ทั้งนี้การนำผลการวิจัยในบางประเด็นไปปรับใช้ อาจจะได้ผลที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริบทของนักเรียน และระยะเวลาที่ใช้สอน

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งนี้พบว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในแต่ละเรื่องอาจมีความหลากหลายและนักเรียนอาจมีข้อสงสัยที่ไม่สามารถหาคำตอบได้โดยตรงจากการทดลองที่กำหนดไว้ เพราะกิจกรรมที่ออกแบบไว้อาจจะไม่สามารถเฉพาะเจาะจงหรือครอบคลุมมโนมติที่คลาดเคลื่อนและข้อสงสัยเหล่านั้นได้ทั้งหมด ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรออกแบบการทดลองที่สามารถยืดหยุ่นได้ เช่น ในกรณีที่แบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อทำการทดลอง การกำหนดค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในวงจรการทดลองไม่จำเป็นต้องเหมือนกันทุกกลุ่ม ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อสังเกตที่หลากหลายอันจะเป็นผลดีต่อการปรับเปลี่ยนมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เช่น การศึกษาผลของความต้านทานที่มีต่อค่า

กระแสไฟฟ้า ควรใช้ตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานแตกต่างกัน เพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานนั้น ๆ อย่างชัดเจนมากขึ้น เป็นต้น

2. ในการศึกษาเรื่องวงจรไฟฟ้าแบบผสมในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาโดยการวิเคราะห์วงจรจากตัวอย่างในชุดการเรียนรู้และใช้การคิดคำนวณมากกว่าทำการทดลอง ซึ่งพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถพิจารณาวงจรที่ซับซ้อนแบบวงจรผสมได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มกิจกรรมการทดลองในเรื่องวงจรไฟฟ้าแบบผสม เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสัมพันธ์ของความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทานในวงจรผสมรูปแบบต่าง ๆ ได้ชัดเจนมากขึ้น

3. ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผลการศึกษามโนมติเกี่ยวกับแผนภาพวงจร ได้ค่า Class Average Normalized Gain <g> ในระดับต่ำ ส่วนหนึ่งมาจากการที่นักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับการต่อวงจรหลอดไฟฟ้า ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรให้นักเรียนได้ทดลองต่อวงจรหลอดไฟฟ้าอย่างง่าย เพื่อศึกษาว่าส่วนใดของหลอดที่เป็นจุดต่อในวงจรและทำให้หลอดสว่างได้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด:ทฤษฎีและการนำไปใช้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดวงใจ บุตรดี. (2556). *การเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องโมเมนตัมและการชนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ทิศนา แขมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน:องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 17). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นาตยา ปิลันธนานนท์. (2542). *การเรียนรู้ความคิดรวบยอด.* กรุงเทพฯ: แม็ค.

นิคม ทองบุญ. (2542). *มโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่องมวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจังหวัดพัทลุง.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปรีชา วงศ์ชูศิริ. (2529). *ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์: เอกสารหน่วยการเรียนการสอน.* บุรีรัมย์: วิทยาลัยครูบุรีรัมย์.

ฝ่ายวิชาการโรงเรียนบ้านแม่ลาย. (2557). *รายงานผลการปฏิบัติงานฝ่ายวิชาการประจำปีการศึกษา 2556.* เชียงใหม่: โรงเรียนบ้านแม่ลาย สำนักเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 5.

พนิตานันท์ วิเศษแก้ว. (2553). *การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการใช้การสอนแบบ PREDICT–OBSERVE–EXPLAIN (POE).* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พรรณี ชูทัย. (2522). *จิตวิทยาการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วรวุฒิการพิมพ์.

พรรัตน์ วัฒนกสิวิชช์. (2556). *แนวทางการสอนกระตุ้นการคิด, คู่มืออาจารย์ด้านการสอน.* เชียงใหม่: สำนักพัฒนาคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พิชา ชัยจันดี. (2552). *ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนมติและความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อเกี่ยวกับแรงจูงใจกับการเปลี่ยนแปลงมโนมติ.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มังกร ทองสุขดี. (2521). *โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์.* เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 201. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

ยุวดี ใจเดี่ยว. (2553). *การพัฒนาความเข้าใจและความคงทนของความรู้เรื่องความดันและพลศาสตร์ของไหลโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2540). *CONSTRUCTIVISM.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2557). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O–NET).* สืบค้น 1 เมษายน 2557 จาก http://www.niets.or.th/examweb/frlogin.aspx

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545.* กรุงเทพฯ. พริกหวานกราฟฟิค.

สุณีย์ ธีรดากรม. (2525). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถานสงเคราะห์หญิงปากเกร็ด.

สุธาสินี เพชรคุ้ม. (2555). *วิพากษ์ปรากฏการณ์ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ไทยโดยทอม คอร์คอแรน.* สืบค้น 12 ตุลาคม 2557 จาก http://www.qlf.or.th/Home/Contents/499

แสงเดือน เจริญฉิม. (2552). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชา ฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.* วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อัศวรัตน์ นามะกันคำ. (2550). *การเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนสายสามัญและสายอาชีพ.* การศึกษาการค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนฟิสิกส์, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Brown, P. L., & Abell, S.K. (2007). *Examining the Learning. Research and tips to support science education.* Retrived September 26, 2014 from http://web.missouri.edu/~hanuscind/.../ExaminingLearningCycle

Center for Teaching Excellence. (2014). *Active learning* . Cornell University. Retrived August 14, 2014 from http://www.cte.cornell.edu/teaching-ideas/engaging-students/active-learning.html

Engelhardt, P.V., & Beichner, R.J. (2004). *Students'understanding of direct current resistive electrical circuits.* American Association of Physics Teachers. Retrived August 10, 2014 from http://www.ncsu.edu/per/Articles/Engelhardt&Beichner.pdf

Garnett, P. J., & Treagust, D. F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students in electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and electolytic cells. *Journal of Research in Science Teaching. 29*, 1079-1099. DOI: 10.1002/tea.3660291006

Martin, D.J. (2012). *Elementary Science Methods: A Constructivist Approach.* (6th ed.). Belmont, CA : Wadsworth, Cengage Learning.

Mazzolini, A., Edwards, T., Rachinger, W., Nopparatjamjomras, S., & Shepherd, O. (2011). The use of interactive lecture demonstrations to improve students'understanding of operational amplifiers in a tertiary introductory electronics course. *Latin-American Journal of Physics Education, 5*(1) from http://www.engineersmedia.com.au%2Fjournals%2Faaee%2Fpdf%2FD12_004_Mazzolini_F3.pdf

Minella Alarcon , Zohra Ben Lakhdar, Univ. El Manar , Ivan Culaba, Souad Lahmar, Vasudevan Lakshminarayanan, Alexander P. Mazzolini, Joel Maquiling & Joseph Niemela. (2010). *Active learning in optics and photonics (ALOP): A model for teacher training and professional development.* Retrived August 10,2014 from http://www.unesco.org/new/fileadmin/.../HQ/SC/pdf/ALOP.pdf

Nopparatjamjomras, S. & Chitaree, R. (2009). *Using students'misconceptions of primary coloured lights to design a hands-on coloured light mixer.Institute for Innovative Learning.* Mahidol University. Retrived September 24,2014 from http://www.researchgate.net/publication/237288727Using_students%27misconceptions_of_primarycoloured lights_to_design_a_hands-on_coloured_light_mixer

Hake, R. R. (1998). *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses.* American Journal of Physics. *66*, 64-74.

Sokoloff, David R., Zohra B. Lakhdar, Ivan B. Culaba, Vasudevan Lakshminarayanan, Joel T. Maquiling, & Mazzolini A. (2006). *Active Learning in Optics and Photonics Training Manual.* United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Retrived April 24, 2014 from http://www.light2015.org/dam/LightForDevelopment/activelearning.pdf

Wainwright, C. L. (2007). *Toward Learning and Understanding Electricity: Challenging Persistent Misconceptions. Association of science teachers educators (ASTE).* Retrived October 22, 2015 from http://fg.ed.pacificu.edu/wainwright/Publications/MisconceptionsArticle.06.pdf