

1. หลักการความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตในยุคปัจจุบันและอนาคต การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อความสะดวกสบายของการดำเนินชีวิตของมนุษย์ล้วนมีพื้นฐานมาจากวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น ด้วยความสำคัญของวิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์ได้พยายามถ่ายทอดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้แก่คนรุ่นหลัง ดังเช่นประเทศไทยที่เห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และพยายามพัฒนาและจัดกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพ ซึ่งเห็นได้จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หมวดที่ 4 แนวทางการจัดการศึกษา มาตรา 23 ได้กำหนดการศึกษาทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัยต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรมและกระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา, 2553 :12-13)

จากแนวทางพระราชบัญญัติการศึกษา 2542 ที่กล่าวมานั้นพบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบดังกล่าวสอดคล้องกับแนวการเรียนรู้แบบโครงงาน เพราะการเรียนการสอนแบบโครงงานจะทำให้ให้นักเรียนได้เผชิญหน้ากับปัญหาและสถานการณ์จริง ทำให้นักเรียนพยายามหาวิธีการในการแก้ปัญหานั้นด้วยตนเอง (William, 2012) การเรียนการสอนแบบโครงงานจะทำให้ให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญว่าสิ่งที่เรียนนั้นมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม การนำไปใช้กับชีวิตจริง นอกจากนั้นการทำโครงงานจะทำให้ให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ ได้คิด ได้มีการจัดการตลอดจนเผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา ที่สำคัญคือ เป็นกิจกรรมที่ใช้การวิจัยดำเนินการทำโครงงาน ซึ่งกระบวนการวิจัยนั้น จะทำให้เกิดการศึกษาอย่างเป็นระบบ ในกระบวนการค้นหาคำตอบของปัญหาหรือประเด็นที่ต้องการศึกษาอย่างมีแบบแผน มีประโยชน์ในแง่การส่งเสริมความรู้และเกิดวิทยาการช่วยให้เกิดความรู้ใหม่ที่เป็นประโยชน์สามารถนำความรู้นั้นมาแก้ไขปัญหาลักษณะต่างๆได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นกิจกรรมโครงงานจึงเป็นวิธีหนึ่งที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเองปฏิบัติเอง ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างอิสระตามความสนใจ ได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ได้ฝึกทักษะการค้นคว้าหาความรู้ เช่น การสังเกต การวัด การสำรวจ การตั้งสมมติฐาน การทดสอบ การทดลอง การรวบรวมข้อมูล การหาข้อสรุป การอภิปรายของสมาชิกกลุ่ม การวางแผนการทำงาน

การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ โครงการเป็นสิ่งที่นักเรียนต้องทำต้องปฏิบัติเพื่อการเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์ การทำโครงการจึงเป็นการจัดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ความชำนาญ ทักษะที่มีอยู่ รวมทั้งจุดเด่นของตนเองได้แสดงออกมาได้เต็มที่ ส่งเสริมให้เด็กมีการตัดสินใจด้วยตนเองมีส่วนร่วมกิจกรรมโดยเป็นผู้สร้างความรู้เอง (ถัดดา ภูเกียรติ, 2544: 19)

ปัจจุบันผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ซึ่งมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ยังขาดประสิทธิภาพ ไม่สามารถพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ตัวชี้วัดว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์คือการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจึงเปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้แสวงหาความรู้และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ปวลัยรัตน์ สุวรรณโคตร, 2558: 3) ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ครูมักจะให้นักเรียนทำการทดลองตามแบบเรียน แต่นักเรียนยังไม่สามารถออกแบบการทดลอง ทั้งยังไม่สามารถชี้ชัดปัญหา กำหนดตัวแปรหรือสมมติฐานได้อย่างถูกต้อง นั่นเพราะครูผู้สอนเน้นทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการไม่มากพอ นอกจากนี้ในการทำกิจกรรมในห้องเรียนครูยังเป็นผู้แนะนำขั้นตอนในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน ครูเป็นผู้กำหนดขั้นตอนในการทำกิจกรรมให้แก่นักเรียนเป็นส่วนใหญ่ การจัดการเรียนการสอนยังยึดครูเป็นศูนย์กลาง และเน้นให้ความรู้แก่นักเรียนจากการท่องจำ (วิโรจน์ แสนคำภา, 2551:4)

จากปัญหาการขาดแคลนนักวิจัยพัฒนาและนักประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในประเทศไทย จึงได้มีการส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ในโรงเรียน ตลอดจนได้จัดตั้งโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ และโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยซึ่งเป็นโรงเรียนที่สอนเฉพาะสายวิทยาศาสตร์เท่านั้น โดยการจัดตั้งหลักสูตรที่มีนโยบายให้เด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพซึ่งจำเป็นต้องมีวิธีการและที่หลักสูตรที่มีลักษณะพิเศษ อันแตกต่างไปจากการเรียนการสอนในโรงเรียนปกติ ดังนั้นจึงได้มีการจัดหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ขึ้นโดยเฉพาะเพื่อเป็นโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างเข้มข้นให้แก่นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

(ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม) เพื่อเป็นการเตรียมพื้นฐานสำหรับบุคคลที่มีคุณภาพสูงทางการศึกษาในระดับอุดมศึกษาในการสร้างนักวิชาการ อันสอดคล้องของประเทศ (พระราชกฤษฎีกาจัดตั้งมหิดลวิทยานุสรณ์, 2543: 1-16) และจากนโยบายที่จะสนับสนุนผู้มีความสามารถพิเศษด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งแต่ระดับพื้นฐานถึงอุดมศึกษา ทำให้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ถึงประโยชน์การจัดตั้งโรงเรียนวิทยาศาสตร์ขึ้นใหม่ตามแนวทางเดียวกับโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ และได้เกิดแนวคิดที่สามารถดำเนินการได้อีกแนวทางหนึ่งคือการจัดเปิดห้องเรียนพิเศษในโรงเรียนที่มีคุณภาพเป็นที่นิยมเชื่อถือของประชาชน ซึ่งมีการกระจายอยู่ในทุกภูมิภาค สามารถให้บริการการศึกษาได้อย่างทั่วถึง โรงเรียนยอดนิยมหรือโรงเรียนประจำอำเภอที่จะนำมาจัดห้องเรียนพิเศษด้านวิทยาศาสตร์เป็นโรงเรียนซึ่งเป็นที่ยอมรับของสังคมและสถาบันอุดมศึกษาต่างๆว่ามีมาตรฐาน และมีศักยภาพสูง โดยนักเรียนแต่ละโรงเรียนได้พิสูจน์แล้วว่าโรงเรียนสามารถจัดการเรียนการสอนที่ดี มีคุณภาพ สามารถผลิตนักเรียนที่มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เมื่อจบการศึกษาสามารถสอบเข้ามหาวิทยาลัยได้ในคณะต่างๆ เป็นจำนวนมาก ที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือนักเรียนได้เรียนในโรงเรียนใกล้บ้าน ได้อยู่ใกล้ชีวิตครอบครัว เกิดความอบอุ่น มีผู้ปกครองดูแลใกล้ชิด ดีกว่าการเดินทางไปเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ตั้งใหม่ ซึ่งจะต้องอยู่ประจำ และมีค่าใช้จ่ายสูง นอกจากนี้แล้วการเปิดห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ยังเอื้อต่อผู้มีฐานะยากจนและด้อยโอกาส แต่มีสติปัญญาดี และประสงค์จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ ได้มีโอกาสที่จะเข้าเรียนได้ โดยโรงเรียนเหล่านี้ตั้งอยู่ในภูมิลำเนาของนักเรียน ทำให้นักเรียนเสียค่าใช้จ่ายต่ำ ส่วนการจัดกระบวนการเรียนการสอนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีนั้นได้จัดทำหลักสูตรเฉพาะ โดยมีเป้าหมายในแนวทางหนึ่งคือการที่นักเรียนมีความสามารถและแสดงศักยภาพในการทำโครงการจนสามารถเป็นผู้แทนประเทศไทยและสามารถสอบเข้ามหาวิทยาลัยได้ในคณะต่างๆเป็นจำนวนมากนอกจากนั้น นักเรียนยังสามารถทำคะแนนได้สูงและสำเร็จการศึกษาเป็นแพทย์ วิศวกร สถาปัตย์ นักเรียนการเมืองการปกครอง นักการศึกษา เป็นต้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 4-6) ซึ่งผลการพัฒนาการเรียนการสอนเหล่านี้เกิดจากการเรียนการสอนตามหลักสูตรของห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน เป็นโรงเรียนประจำจังหวัดขนาดใหญ่พิเศษ ได้รับนโยบายการเปิดหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม จากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตั้งแต่ปีการศึกษา 2549 การจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ได้กำหนดให้นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพราะได้กำหนดวิชาดังกล่าวไว้ในหลักสูตร แต่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้นไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ เพราะเมื่อใช้แบบวัดความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้นพบว่านักเรียนร้อยละ 90 ไม่สามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้สำเร็จด้วยตนเอง โครงงานวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ทำโดยไม่คำนึงถึงผลของการนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ไม่สามารถอธิบายหลักการโครงงานที่ทำได้ นอกจากนั้นพบว่านักเรียนไม่ได้ศึกษาค้นคว้า และมีความรู้พื้นฐานในการทำงานเพียงพอ ทุกขั้นตอนการทำโครงงานมักจะได้รับการบอกหรือการอธิบายการทำโครงงานโดยครูที่ปรึกษา นักเรียนไม่ได้ลงมือทำด้วยความคิดของตน ดังนั้นจึงพบว่าเมื่อมีการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะไม่สามารถอธิบาย หรือแสดงความเข้าใจในความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยพบว่าจากการประเมินความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นักเรียนร้อยละ 90 จะได้คะแนนในการประเมินอยู่ในช่วงร้อยละ 30-50 ของคะแนนเต็มเท่านั้น

นอกจากนั้นยังพบว่า ความรู้พื้นฐานความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้ทำโครงงานของนักเรียน ซึ่งมักค้นคว้าและไม่เข้าใจดีมากพอ และยังพบว่านักเรียนไม่สามารถทำโครงงานและนำเสนอผลงานที่มีคุณภาพได้ด้วยตนเองโดยพบว่าในช่วงปีการศึกษา 2549-2558 มักเป็นผลงานที่เกิดจากการคิด กำหนดขั้นตอน การทำกิจกรรมโดยครู และพบว่าโครงงานส่วนใหญ่ไม่เกิดผลในการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการ เมื่อเข้าสู่การแข่งขันโครงงานวิทยาศาสตร์ในระดับการประชุมวิชาการห้องเรียนพิเศษภาคเหนือตอนบน แล้วพบว่านักเรียนร้อยละ 90 มีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 70

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาตนเองยุคใหม่พบว่ากระบวนการชี้แนะ (coaching) เป็นกระบวนการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการสอนการทำงาน โดย Whitmore (2559: 23) ได้ให้ความหมายของคำว่า coach ซึ่งเป็นคำกริยาไว้ว่า หมายถึง “สอนพิเศษ ฝึกฝน บอกไปให้ทราบ ดิดอวูธให้” ดังนั้นการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือการทำงานชิ้นหนึ่งที่เกิดขึ้นจากประเด็นปัญหาของนักเรียนโดยที่นักเรียนต้องการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่นักเรียนตั้งไว้ การทำงานหรือชิ้นงานของนักเรียนนั้นสามารถบ่งบอกถึงความสามารถ ศักยภาพของผู้เรียนเช่นเดียวกับการทำงานในโลกแห่งความจริง ดังนั้นกระบวนการชี้แนะ (coaching) จึงเป็น กระบวนการพัฒนาที่สร้างสรรค์และกระตุ้นให้ผู้ได้รับการโค้ชได้นำศักยภาพออกมาใช้ได้อย่างเต็มที่เพื่อการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองให้เกิดการพัฒนา และการเปลี่ยนแปลงด้านดีที่เป็นรูปธรรม การชี้แนะ (coaching) เป็นกลไกเพื่อเสริมสร้างพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถ การคิดขั้นสูง (higher-order thinking) มีวิธีการเรียนรู้ (learning how to learn) การตรวจสอบ ประเมินตนเอง กำหนดทิศทางการพัฒนาตนเองได้ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2557: 3)

การโค้ชซึ่งคือการที่โค้ชสามารถกระตุ้นให้ผู้อื่นเปลี่ยนแปลงตัวเองโดยการใช้ศักยภาพของตัวเองมากขึ้นซึ่งโดยส่วนใหญ่การโค้ชที่มีประสิทธิภาพจะใช้รูปแบบการโค้ชที่เรียกว่า Grow Model ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดัดแปลงรูปแบบการโค้ชมาจาก Whitmore (2559) และไชยยศ บัณสกุลาไชย (2558) ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการชี้แนะ 6 ขั้นตอน คือ 1) Grow (เป้าหมาย) ที่เขาต้องการ 2) Reality (ความเป็นจริง) เข้าใกล้เป้าหมายหรือยัง 3) Option (ทางเลือก) ที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายคืออะไร 4) Will (แผนการที่จะทำ) 5) Execution (ลงมือทำ) มุ่งมั่นเอาจริงเอาจัง และทำอย่างต่อเนื่อง และ 6) Review (ทบทวน) และในงานวิจัยนี้เพื่อให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ปรับรูปแบบการโค้ชออกเป็น 7 ขั้นตอน ซึ่งเรียกว่าเป็นกระบวนการ GROW Model CKK มีขั้นตอนทั้งหมด ดังนี้ 1) Grow คือการตั้งเป้าหมายที่นักเรียนต้องการ 2) Reality ความเป็นจริงปัจจุบันเข้าใกล้เป้าหมายหรือยัง 3) Option คือทางเลือกที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายคืออะไร 4) Will คือแผนการที่จะทำ 5) Execution คือการลงมือทำมุ่งมั่นเอาจริงเอาจัง และทำอย่างต่อเนื่อง 6) Review คือการทบทวนเป็นระยะๆว่าผลเป็นอย่างไร ได้ตามแผนไหม มีปัญหาอะไรให้รีบแก้ไข 7) Evaluation หมายถึง การประเมินผลงาน เป็นการประเมินผลผลิตของการทำงานว่าโครงการ

ที่ท่านั้นมีคุณภาพในระดับใด บรรลุผลตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ โดยเทคนิคการโค้ชซึ่งดังกล่าวน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนสามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพได้

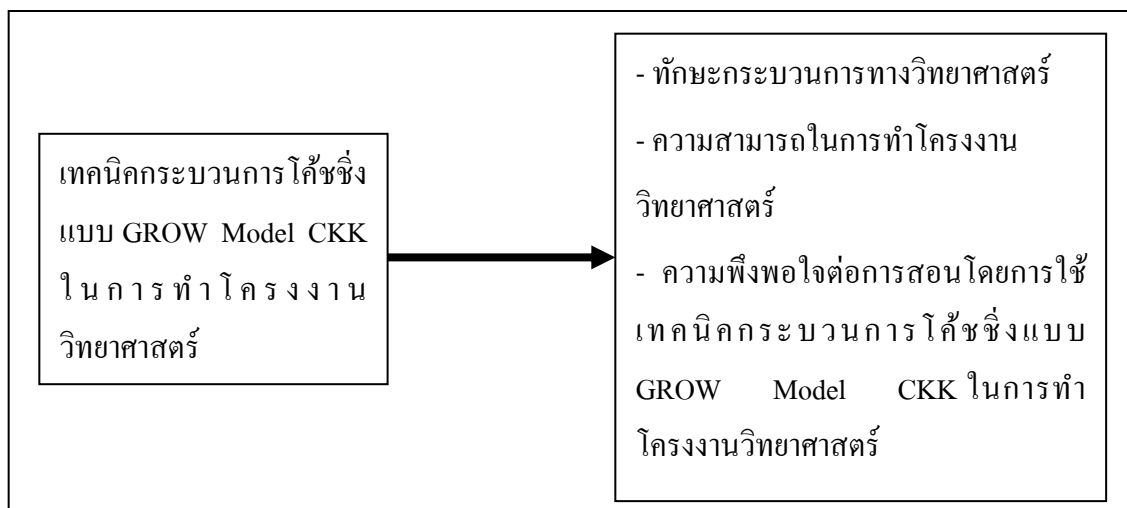
2. แนวคิด/ทฤษฎี

แนวคิดของโครงการกิจกรรมของโครงการเป็นกิจกรรมที่สร้างความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ต่างๆ โดยอาศัยทักษะหลายๆ ด้าน ทั้งทักษะขั้นพื้นฐานและทักษะขั้นสูงที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทิสนา แคมมณี (2559: 138-139) ได้ให้แนวคิดหรือหลักการสอนโดยใช้โครงการไว้ดังนี้ การสอนแบบโครงการเป็นกิจกรรมที่มีบริบทเชื่อมโยงกับความเป็นจริงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริงเป็นการเรียนรู้ที่มีประโยชน์ต่อผู้เรียน การให้ผู้เรียนทำโครงการเป็นโอกาสที่เปิดให้ผู้เรียนได้เข้าสู่ระบบการสืบสอบ (process of inquiry) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องใช้การคิดขั้นสูงที่ซับซ้อนขึ้น ดังนั้นจึงเป็นโอกาสที่จะพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียน นอกจากนั้นผู้เรียนได้ผลงานเป็นรูปธรรมออกมา ผลผลิตที่เกิดขึ้นสามารถนำไปแลกเปลี่ยนอภิปรายได้อย่างชัดเจน การแสดงต่อหน้าสาธารณชน สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และการทำงานแก่ผู้เรียนได้ ซึ่งแรงจูงใจมีผลต่อความสนใจ ความกระตือรือร้น ความอดทน ในการแสวงหาความรู้ การศึกษาความรู้และการใช้ความรู้ การให้ผู้เรียนทำโครงการจะสามารถช่วยดึงศักยภาพต่างๆ ของผู้เรียนออกมาใช้ประโยชน์

แนวคิดต่อการจัดกระบวนการชี้แนะ (Coaching) วิชัย วงษ์ใหญ่ (2557: 3) ได้ให้ความหมายของการโค้ช หมายถึง การเป็นคู่คิดของผู้ได้รับการโค้ชในกระบวนการพัฒนาที่สร้างสรรค์และกระตุ้นให้ผู้ได้รับการโค้ชได้นำศักยภาพออกมาใช้ได้อย่างเต็มที่ทั้งชีวิตส่วนตัวและอาชีพการโค้ชเน้นการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อให้เกิดการพัฒนา และการเปลี่ยนแปลงด้านดีที่เป็นรูปธรรม การโค้ช (coaching) เป็นกลไกเพื่อเสริมสร้างพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถ การคิดขั้นสูง (higher-order thinking) มีวิธีการเรียนรู้ (learning how to learn) การตรวจสอบ ประเมินตนเอง กำหนดทิศทางพัฒนาตนเองได้ การโค้ชคือ การฝึกฝน แนะนำ ช่วยเหลือเพื่อให้โค้ชสามารถพัฒนาศักยภาพด้วยตนเองโดยการชี้แนวทางและโอกาส

ที่โค้ชชี้มองไม่เห็นด้วยตนเองทำให้โค้ชมีศักยภาพที่สูงขึ้น สามารถตระหนัก เปลี่ยนแปลงตัวเอง และผลักดันโค้ชไปสู่ความสำเร็จ

3. กรอบแนวคิดการวิจัย



4. วัตถุประสงค์

4.1 ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคการโค้ชซึ่งแบบ GROW Model จากการทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

4.2 เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้เทคนิคการโค้ชซึ่งซึ่งแนะ GROW Model CKK

4.3 เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำโครงการของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้เทคนิคการโค้ชซึ่งซึ่งแนะ GROW Model CKK

4.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการพัฒนากระบวนการวิทยาศาสตร์เพื่อทำโครงการของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคการโค้ชซึ่งแบบ GROW Model

5. สมมติฐานการวิจัย

5.1 การใช้เทคนิคการโค้ชซึ่งแบบ GROW Model CKK สามารถพัฒนานักเรียนให้ทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 การใช้เทคนิคการโค้ชซึ่งแบบ GROW Model CKK สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้อยู่ในระดับสูง

5.3 การใช้เทคนิคการโค้ชซึ่งแบบ GROW Model CKK สามารถพัฒนาความสามารถในการทำโครงการของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้อยู่ในระดับสูง

5.4 การใช้เทคนิคการโค้ชซึ่งแบบ GROW Model CKK ทำให้นักเรียนแสดงถึงความพึงพอใจในการพัฒนากระบวนการวิทยาศาสตร์เพื่อทำโครงการของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

6. ตัวแปรและนิยามของตัวแปร

6.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ เทคนิคกระบวนการโค้ชซึ่งแบบ GROW Model CKK เพื่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

6.2 ตัวแปรตาม

- 1) ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เพื่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์
- 2) คุณภาพของโครงการวิทยาศาสตร์
- 3) ความพึงพอใจต่อการพัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์และความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

7. ประชากร

7.1 ประชากร

นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/11 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน

7.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/11 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์โดยผู้วิจัยเป็นที่ปรึกษาโครงการ จำนวน 12 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งนักเรียนเลือกผู้วิจัยเป็นที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์

8. เครื่องมือวิจัย

8.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

8.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนโดยใช้เทคนิคการชี้แนะ GROW Model CKK จำนวน 6 แผน 20 ชั่วโมง

8.1.2 แบบทดสอบทักษะวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ

8.1.3 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบรูบริก (Rubrics)

8.1.4 แบบประเมินความสามารถในการทำโครงการของนักเรียน แบบรูบริก (Rubric)

8.1.5 การแสดงความของนักเรียนที่มีต่อการใช้เทคนิคการ ใ้ช้ซึ่งในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

8.2 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

8.2.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โครงการ มีขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากหลักสูตรสถานศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1

2) ศึกษาวิธีการใ้ช้ซึ่งจากหนังสือเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำคู่มือการใ้ช้ซึ่งและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงวิธีการใ้ช้ซึ่งแบบ GROW Model จาก Whitmore (2559) เป็นวิธีการใ้ช้ซึ่งแบบ GROW Model CKK ซึ่งประกอบไปด้วยการใ้ช้ 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) 1) Grow (เป้าหมาย) ที่เขาต้องการ 2) Reality (ความเป็นจริง) เข้าใกล้เป้าหมายหรือยัง 3) Option (ทางเลือก) ที่จะทำให้บรรลุ

เป้าหมายคืออะไร 4) Will (แผนการที่จะทำ) 5) Execution (ลงมือทำ) มุ่งมั่นเอาจริงเอาจัง และทำอย่างต่อเนื่อง และ 6) Review (ทบทวน) 7) Evaluation (การประเมินผลงาน)

3) ศึกษาเรื่องการทำโครงการวิทยาศาสตร์ จากหนังสือเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบ โครงงานเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงาน

4) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้ หลักสูตรสถานศึกษา มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ การบูรณาการ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ เวลาเรียน การวัดและประเมินผล บันทึกหลังสอน

5) เสนอแผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงงานด้วยวิธีการชี้แนะ GROW Model CKK ต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อการพิจารณาปรับปรุง แก้ไข

6) เสนอแผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงงานด้วยวิธีการโค้ชซึ่งต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ด้านการเรียนรู้แบบโครงงาน 2 ท่าน ด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ด้านการโค้ชซึ่ง 1 ท่าน และด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะด้านการใช้เทคนิคการชี้แนะที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

8.2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

สำหรับวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวัดความสามารถในการทำโครงงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ คะแนนเต็ม 60 คะแนน ซึ่งครอบคลุมด้านการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงาน ซึ่งครอบคลุมวัตถุประสงค์ โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

- 1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในรายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และข้อมูลท้องถิ่นในอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน
- 2) สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และดำเนินการสร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยผู้วิจัยสร้างข้อสอบ 60 ข้อ
- 3) นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม ความถูกต้องตามเนื้อหาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 4) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านเพื่อตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้องเฉลี่ย (\bar{X}) ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) น้อยกว่า 1.00 เพื่อความเหมาะสมและสอดคล้องทั้งนี้ได้ค่าความสอดคล้องเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.27$, S.D.= 0.49) แสดงว่าแบบทดสอบนี้มีความสอดคล้องและเหมาะสมสำหรับการนำไปทดลองใช้
- 5) นำแบบทดสอบปรนัย ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/11 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาความยากง่ายและอำนาจจำแนก โดยพิจารณาค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.20-1.00 จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) สำหรับแบบทดสอบแบบปรนัย โดยใช้สูตรของ Kuder-Richardson (KR-20) โดยข้อสอบมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.60 และข้อสอบมีอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.45
- 6) คัดเลือกข้อสอบให้เหลือ 50 ข้อ นำแบบทดสอบหาค่าความเชื่อมั่นซึ่งได้เท่ากับ 0.73 แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

8.2.3 การสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ครูศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากหนังสือเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการประเมินเป็นรายกลุ่มหลังจากทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้ประเมิน ซึ่งแบ่งการประเมินเป็นทักษะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ออกเป็น 6 ทักษะ ดังนี้ 1) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 1 ข้อ 2) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล จำนวน 1 ข้อ 3) ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 2 ข้อ 4) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 1 ข้อ 5) ทักษะการทดลอง จำนวน 3 ข้อ 6) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 2 ข้อ จากนั้นเขียนข้อคำถามตามนิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สร้างเกณฑ์การประเมินทักษะการทำโครงการ 6 ทักษะ พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบระดับคุณภาพ (Rubric scoring) โดยมีระดับการให้คะแนน ดังนี้

5	หมายถึง	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงมาก
4	หมายถึง	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง
3	หมายถึง	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ
1	หมายถึง	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำมาก

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
		สูงมาก(5)	สูง(4)	ปานกลาง(3)	ต่ำ (2)	ต่ำมาก (1)
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	รูปแบบการนำเสนอข้อมูล	มีรูปแบบการนำเสนอข้อมูลเหมาะสมทำให้สามารถเข้าใจได้ง่าย การนำเสนอมีหลายวิธี เช่น การใช้การพูด ภาษาเขียน แผนภาพ กราฟ แผนผัง วงจร หรือ สมการ สามารถหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณโดยการใช้ตัวเลขคิดสูตรทางวิทยาศาสตร์	มีรูปแบบการนำเสนอข้อมูลเหมาะสมต้องอาศัยการอธิบายจึงเข้าใจ การนำเสนอมีหลายวิธี เช่น การใช้การพูด ภาษาเขียน แผนภาพ กราฟ แผนผัง วงจร หรือ สมการ สามารถหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณโดยการใช้ตัวเลขคิดสูตรทางวิทยาศาสตร์	มีรูปแบบการนำเสนอข้อมูลที่ต้องอาศัยการอธิบายจึงเข้าใจ การนำเสนอมีไม่หลากหลาย สามารถหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณโดยการใช้อยู่ตัวเลขคิดสูตรทางวิทยาศาสตร์	มีรูปแบบการนำเสนอข้อมูลที่ต้องอาศัยการอธิบายจึงเข้าใจ การนำเสนอมีแบบเดียวไม่บ่งบอกว่าตัวเลขเหล่านั้นมีความสัมพันธ์	ใช้ข้อมูลดิบนำเสนอโดยไม่มีการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเข้าใจง่าย

ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	รายการ ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
		สูงมาก(5)	สูง(4)	ปานกลาง(3)	ต่ำ (2)	ต่ำมาก (1)
ทักษะการ ลงความเห็น จากข้อมูล	ความ คิดเห็นที่มี ต่อข้อมูล	อธิบายข้อมูล ที่ได้จาก การสังเกตโดยอาศัย ความรู้เดิม ประสบการณ์เดิม ข้อมูลเดิม ให้เหตุผล ด้วยตรรกะที่ถูกต้องมี ความเป็นเหตุเป็นผล	อธิบายข้อมูลที่ได้จาก การสังเกตโดยอาศัย ความรู้เดิม ประสบการณ์เดิม ส่วนใหญ่มีความเป็น เหตุเป็นผล	อธิบายข้อมูลที่ได้ จากการสังเกต โดยอาศัยความรู้ เดิมได้บ้าง บางส่วน	อธิบายข้อมูล ที่ได้จากการ สังเกตแต่ไม่ได้ แสดงความรู้ เพื่อนำมาอธิบาย	ไม่สามารถ เชื่อมโยง ความรู้กับ ข้อมูลที่สังเกต ได้
ทักษะ การตั้ง สมมติฐาน จำนวน	การทำนาย ผล	การทำนายผลล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และ ประสบการณ์เดิมเป็น พื้นฐานเขียนได้เข้าใจ ง่าย ชัดเจน	การทำนายผลล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และ ประสบการณ์เดิมเป็น พื้นฐาน ภาษาที่ใช้มี ความกำกวมต้อง อธิบายถึงจะเข้าใจ	มีการทำนายผล ล่วงหน้าแต่ไม่ แสดงถึงความรู้ และประสบการณ์ เดิมที่มี	มีการทำนายผล ล่วงหน้าแต่ แสดงเหตุผลไม่ เกี่ยวข้องกัน	มีการทำนาย ผลล่วงหน้าแต่ ไม่เกี่ยวข้อง กับการทดลอง
	ความสัมพั ธ์ของตัว แปร	ข้อความแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต้นและตัวแปร ตามอย่างเป็นเหตุเป็น ผล	ข้อความพยายามแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต้นและตัวแปร ตามแต่ไม่ถูกต้อง	ข้อความแสดง เฉพาะตัวแปรใด ตัวแปรหนึ่ง ถูกต้องแต่ไม่ แสดงถึง ความสัมพันธ์	ข้อความแสดง ถึงตัวแปรต้นตัว แปรตามแต่ไม่ ถูกต้อง	มีตัวแปรตัว เดียวไม่ ถูกต้องและไม่ แสดง ความสัมพันธ์
ทักษะการ กำหนดและ ควบคุมตัว แปร	การจำแนก ตัวแปรการ ทดลอง ตัว แปรต้น ตัว แปรตาม และตัวแปร ควบคุม	มีการจำแนกตัวแปร ต้น ตัวแปรตาม ตัว แปรควบคุม ได้ ถูกต้องตรงตามหัวข้อ การทดลองและ ครบถ้วน	มีการจำแนกตัวแปร ต้น ตัวแปรตาม ตัว แปรควบคุม ได้ ถูกต้องตรงตามหัวข้อ การทดลองอย่างน้อย สองตัวแปร	มีการจำแนกตัว แปรต้น ตัวแปร ตาม ตัวแปร ควบคุม ได้ ถูกต้องตรงตาม หัวข้อการทดลอง หนึ่งตัวแปร	มีการจำแนกตัว แปรต้น ตัวแปร ตาม ตัวแปร ควบคุม ไม่ ถูกต้องตรงตาม หัวข้อการ ทดลอง	มีการจำแนก ตัวแปรต้น ตัว แปรตาม ตัว แปรควบคุม ไม่ถูกต้องตรง ตามหัวข้อการ ทดลองและ จำแนกไม่ครบ ทุกตัวแปร

ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	รายการ ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
		สูงมาก(5)	สูง(4)	ปานกลาง(3)	ต่ำ (2)	ต่ำมาก (1)
ทักษะ การทดลอง	การ ออกแบบ การทดลอง	การออกแบบการ ทดลองที่สัมพันธ์กับ สมมุติฐานที่ต้องการ การออกแบบการ ทดลองได้กำหนดสิ่ง ต่อไปนี้-วิธีการ ทดลอง มีการระบุตัว แปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม-มี การวัดหรือ สังเกตการณ์ทดลองที่ สอดคล้องกับการ ทดลอง-มีการ ออกแบบบันทึกผล การทดลองการใช้ อุปกรณ์สอดคล้องกับ สิ่งที่ต้องการทดลอง	การออกแบบการ ทดลองที่สัมพันธ์กับ สมมุติฐานที่ต้องการ การ ออกแบบการ ทดลองขาดการ กำหนดสิ่งต่อไปนี้แค่ หนึ่งอย่างเท่านั้น หรือไม่สอดคล้อง และไม่สมบูรณ์- วิธีการทดลอง -มีการ วัดหรือสังเกตการณ์ ทดลองที่สอดคล้อง กับการทดลอง-มีการ ออกแบบบันทึกผล การทดลองการใช้ อุปกรณ์สอดคล้อง กับสิ่งที่ต้องการ ทดลอง	การออกแบบการ ทดลองสอดคล้อง กับสมมุติฐาน แต่ วิธีการทดลองไม่ สอดคล้องกับ สมมุติฐานการ ทดลอง มีการวัดผล หรือบันทึกผลการ ทดลองที่ไม่ ครบถ้วนและไม่ สอดคล้อง	การทดลองไม่ สอดคล้องกับ สมมุติฐาน และ วิธีการทดลอง ไม่สอดคล้อง กับสมมุติฐาน การทดลอง มี การวัดผลหรือ บันทึกผลการ ทดลองที่ไม่ สอดคล้อง	การทดลองไม่ สอดคล้องกับ สมมุติฐาน การทดลองไม่ ครบสมบูรณ์ ไม่ออกแบบ ตารางการ วัดผล
ทักษะ การทดลอง	การ ปฏิบัติการ ทดลอง	ปฏิบัติการทดลองจริง ตามที่กำหนดไว้ใน วิธีการทดลองได้ผล การทดลองครบถ้วน	ปฏิบัติการทดลอง จริงแต่ไม่เป็นไป ตามที่กำหนดไว้ใน วิธีการทดลองได้ผล การทดลองไม่ ครบถ้วน	ปฏิบัติการทดลอง จริงแต่ไม่เป็นไป ตามที่กำหนดไว้ใน วิธีการทดลองแต่ ไม่สามารถบันทึก ผลการทดลองได้	ปฏิบัติการ ทดลองแต่สำเร็จ ไม่สมบูรณ์ไม่ สามารถบันทึก ผลการทดลอง ได้	ปฏิบัติการ ทดลองแต่ไม่ สำเร็จ

ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	รายการ ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
		สูงมาก(5)	สูง(4)	ปานกลาง(3)	ต่ำ (2)	ต่ำมาก (1)
ทักษะการ ตีความหมาย ข้อมูลและ ลงข้อสรุป	การ บันทึกผล การ ทดลอง	บันทึกผลการทดลอง ครบถ้วนสมบูรณ์ ตามที่ได้ออกแบบ และวางแผนไว้แล้ว ผลการทดลองมีข้อมูล มากพอสำหรับข้อมูล ที่เป็นประโยชน์	บันทึกผลการ ทดลองครบถ้วน ตามที่ออกแบบไว้ แต่ขาดข้อมูลบาง ช่วง	บันทึกผลการ ทดลอง ครบถ้วน ตามที่ ออกแบบไว้แต่ ขาดข้อมูลที่ สำคัญบางช่วง	บันทึกผลการ ทดลองไม่ ครบถ้วน ตามที่ ออกแบบไว้ และขาด ข้อมูลที่ สำคัญบาง ช่วง	ข้อมูลบันทึก ผลการทดลอง มีน้อยมากไม่ สามารถ นำมาใช้เป็น ข้อมูลเพื่อ สรุปผลการ ทดลองได้
	การแปล ความหมาย ข้อมูล	การอธิบายลักษณะ หรือสมบัติของข้อมูล สอดคล้องกับผลการ ทดลอง การสรุปได้ ครอบคลุม กระชับ เข้าใจง่าย	การอธิบายลักษณะ หรือสมบัติของ ข้อมูลสอดคล้องกับ ผลการทดลอง การ สรุปได้ครอบคลุม กระชับ แต่ต้องอาศัย การอธิบายเพิ่มเติม เข้าใจ	การอธิบาย ลักษณะหรือ สมบัติของ ข้อมูลไม่ สอดคล้องกับ ผลการทดลอง การสรุปไม่ ครอบคลุม	การอธิบาย ลักษณะหรือ สมบัติของ ข้อมูลไม่ สอดคล้องกับ ผลการ ทดลอง	มีการสรุปผล การทดลองแต่ ข้อสรุปไม่ สามารถใช้ อธิบายการ ทดลองนั้นได้
	การลง ข้อสรุป	ข้อสรุปบอก ความสัมพันธ์ของ ข้อมูลที่มีอยู่ได้ ครบถ้วน ใช้ภาษาใน การอธิบายเข้าใจง่าย	ข้อสรุปบอก ความสัมพันธ์ของ ข้อมูลที่มีอยู่ได้ ครบถ้วน แต่เขียน ไม่เข้าใจต้องอาศัย การอธิบายเพิ่ม	ข้อสรุปบอก ความสัมพันธ์ ของข้อมูลที่มี อยู่ไม่ชัดเจน	ข้อสรุปไม่ บอก ความสัมพันธ์ ของข้อมูลที่มี อยู่	ข้อสรุปไม่ สัมพันธ์กับ การทดลอง

3.1 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) มีค่าความสอดคล้องเฉลี่ย (\bar{X}) ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.24 ซึ่งแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมสอดคล้อง สำหรับการนำไปทดลองใช้

ส่วนการให้ความหมายของค่าที่วัด ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการวิจัยโดยให้ค่าเฉลี่ยเป็นรายชั้นซึ่งแปลความหมายตามการประเมินของลิเคิร์ต (Likert) (จุฑามาศ สุขเฉลิม, 2558: 87)

ตารางที่ 2 เกณฑ์การแปลความหมายการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4.50 – 5.00	สูงมาก
3.50 – 4.49	สูง
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	ต่ำ
1.00 – 1.49	ต่ำมาก

3.2 ปรับปรุงแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญให้ปรับการใช้ภาษาในแบบสอบถามเพื่อการประเมินให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถอ่านแบบสอบถามได้เข้าใจได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนเพื่อความสมบูรณ์ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 นำแบบประเมินไปใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

8.2.4 แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานเป็นแบบประเมินที่สร้างขึ้นเพื่อประเมินความสามารถในการทำโครงงานตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะแสดงผลสอดคล้องสมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบประเมินมีเกณฑ์เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบรูบริก (Rubric) ซึ่งเป็นรูบริกแบบแยกส่วนเพื่อต้องการเน้นลักษณะเฉพาะของการตอบสนอง (Nitko, 2001) (จุฑามาศ สุขเฉลิม, 2558: 79)

1) ครูศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จากหนังสือเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการประเมินเป็นรายกลุ่มตลอดระยะเวลาในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้ประเมิน ซึ่งแบ่ง และประกอบด้วย 5 หัวข้อสำหรับการประเมิน ดังนี้ 1) การสร้างโจทย์หัวข้อโครงงานจำนวน 2 ข้อ 2) การวางแผนเพื่อการออกแบบโครงงานจำนวน 5 ข้อ 3) การปฏิบัติการทำโครงงานจำนวน 2 ข้อ 4) การบันทึกผลการทำโครงงานและการจัดกระทำข้อมูลจำนวน 3 ข้อ 5) การนำเสนอโครงงานจำนวน 2 ข้อ

2) สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการทำโครงงานทั้ง 6 หัวข้อ และได้กำหนดเกณฑ์ประเมินระดับคุณภาพ (Rubric scoring) โดยมีระดับการให้คะแนน ดังนี้

5	หมายถึง	ความสามารถอยู่ในระดับสูงมาก
4	หมายถึง	ความสามารถอยู่ในระดับสูง
3	หมายถึง	ความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	ความสามารถอยู่ในระดับต่ำ
1	หมายถึง	ความสามารถอยู่ในระดับต่ำมาก

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	รายการ ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
		สูงมาก(5)	สูง(4)	ปานกลาง(3)	ต่ำ (2)	ต่ำมาก (1)
การสร้างโจทย์ หัวข้อ โครงการ	ที่มาของ โจทย์ โครงการ	ที่มาของโจทย์โครงการ ได้มาจากปัญหาที่เป็น จริงที่เกิดขึ้นในสังคม ชุมชน ใน ชีวิตประจำวันมีการ อธิบายความเป็นมา เป็นไปของปัญหาโดย ผ่านการอภิปรายภายใน กลุ่มและครูที่ปรึกษา การอธิบายถึงที่มาของ โจทย์โครงการเป็นไป ด้วยความรู้ แสดงถึง ประจักษ์พยานของ ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงโดย โจทย์โครงการนั้น แสดงถึงการนำทางเพื่อ การทำโครงการใหม่ที่ ไม่เคยมีคนทำมาก่อน	ที่มาของโจทย์ โครงการได้มาจาก ปัญหาที่เป็นจริงที่ เกิดขึ้นในสังคม ชุมชน ใน ชีวิตประจำวันมีการ อธิบายความเป็นมา เป็นไปของปัญหา โดยผ่านการอภิปราย ภายในกลุ่มและครูที่ ปรึกษา การอธิบาย ถึงที่มาของโจทย์ โครงการเป็นไปด้วย ความรู้ แสดงถึง ประจักษ์พยานของ ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง	ที่มาของโจทย์ โครงการได้มาจาก การปรับปรุงมา จากโครงการอื่น นักเรียนสามารถ อธิบายความ เป็นมาของปัญหา ที่เกิดขึ้นจาก หัวข้อโครงการ มี การอภิปราย ปัญหาภายในกลุ่ม และครูที่ปรึกษา การอธิบายถึงที่มา ของโจทย์ โครงการเป็นไป ด้วยความรู้ แสดง ถึงประจักษ์พยาน ของปัญหาที่ เกิดขึ้นจริง	ที่มาของ โจทย์ โครงการ นำมาจาก โครงการอื่น นักเรียนไม่ สามารถ อธิบายความ เป็นมาของ ปัญหาที่ เกิดขึ้นจาก หัวข้อ โครงการ มี การบอก กล่าวกันใน กลุ่มแต่ไม่ แสดงถึงการ อภิปราย	ที่มาของโจทย์ โครงการไม่แน่ ชัด นักเรียนคิด ขึ้นมาเองโดยไม่ มีประจักษ์พยาน หรือความรู้ รองรับการคิด โจทย์นั้น ไม่มี การอภิปรายไม่ แสดงถึงความรู้ ที่เป็นพื้นฐาน ของโจทย์โครง งานนั้น
	การตั้งชื่อ โครงการ	การตั้งชื่อโครงการ สอดคล้องกับโครงการ ที่ใช้ภาษาที่สื่อถึง แนวทางการศึกษา โครงการอย่างชัดเจน	การตั้งชื่อโครงการ สอดคล้องกับ โครงการที่ใช้ ภาษาที่สื่อถึง แนวทางการศึกษา โครงการแต่ยังต้อง อาศัยการอธิบายเพื่อ ความเข้าใจ	การตั้งชื่อ โครงการ สอดคล้องกับ โครงการที่ทำแต่ ไม่สื่อถึงแนวทาง การศึกษา โครงการนั้น	การตั้งชื่อ โครงการ สอดคล้อง กับโครงการ ที่ทำแต่ใช้มี การเล่นคำ จนไม่ใช้งาน ทางวิชาการ	การตั้งชื่อ โครงการไม่ สอดคล้องกับ โครงการที่ทำ

ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	รายการ ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
		สูงมาก(5)	สูง(4)	ปานกลาง(3)	ต่ำ (2)	ต่ำมาก (1)
การวางแผน เพื่อการ ออกแบบ โครงงาน จำนวน	การ ออกแบบ โครงงาน	มีการออกแบบการทำ โครงงาน โดยอาศัย ความรู้ประกอบการ ทำงานแต่ละขั้นตอน มี การร่างรายละเอียดการ ทำงานชัดเจน ครอบคลุม	มีการออกแบบ การทำโครงงาน โดยอาศัยความรู้ ประกอบการ ทำงานแต่ละ ขั้นตอน มีการร่าง รายละเอียดการ ทำงานแต่ไม่ ชัดเจน	มีการออกแบบ การทำโครงงาน โดยอาศัยความรู้ ประกอบการ ทำงานบ้าง มี การร่าง รายละเอียดการ ทำงานแต่ไม่ ชัดเจน	มีการออกแบบ การทำ โครงงานแต่ ไม่แสดงถึง ความรู้ในการ ทำงาน ไม่มี การร่าง รายละเอียด การทำงาน	การออกแบบการ ทำงานทำแบบ คร่าวๆ ไม่สามารถ นำมาใช้ในการ ทำงานได้
	การ วางแผน งานการ สร้างกรอบ ทิศทางการ ทำงาน	มีการสร้างกรอบทิศ ทางการทำงานอย่าง ชัดเจน รัดกุม มีความ เป็นไปได้ในระยะเวลา ที่เหมาะสม มีการสร้าง ตารางกำหนดการแผน กิจกรรมเพื่อการวาง แผนการทำงานอย่าง ชัดเจน	มีการสร้างกรอบ ทิศทางการทำงาน อย่างชัดเจน แต่ ระยะเวลาในการ ทำงานยังไม่ ชัดเจน มีการวาง แผนการทำงาน	มีการสร้างกรอบ ทิศทางการ ทำงานอย่าง ชัดเจน แต่ ระยะเวลาในการ ทำงานยังไม่ ชัดเจน ยังไม่มี การวางแผนการ ทำงาน	การสร้าง กรอบทิศ ทางการทำงาน ไม่ชัดเจน เป็นไปอย่าง คร่าวๆ	กรอบทิศทางการ ทำงานไม่แสดงถึง การวางแผนการ ทำงาน
	วัตถุประสงค์การทำ โครงงาน	วัตถุประสงค์การทำ โครงงานชัดเจน สอดคล้องกับเรื่องที่ ใช้ภาษาที่กระชับ เข้าใจ ง่าย	วัตถุประสงค์การ ทำโครงงาน ชัดเจน สอดคล้อง กับเรื่องที่ทำ แต่ การใช้ภาษายัง ต้องปรับปรุง แก้ไข	วัตถุประสงค์ การทำโครงงาน การทำให้โครงงาน ชัดเจน แต่ไม่ สอดคล้องกับ เรื่องที่ทำ และ การใช้ภาษายัง ต้องปรับปรุง แก้ไข	วัตถุประสงค์ การทำ โครงงาน สอดคล้องกับ เรื่องที่ทำแต่ยัง ต้องปรับปรุง แก้ไข	วัตถุประสงค์การ ทำโครงงานไม่ สอดคล้องกับเรื่อง ที่ทำ

ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	รายการ ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
		สูงมาก(5)	สูง(4)	ปานกลาง(3)	ต่ำ (2)	ต่ำมาก (1)
	การตั้ง สมมติฐาน	สอดคล้องกับปัญหาและ จุดมุ่งหมายการทำงาน มี เหตุผล ข้อเท็จจริง หลักการ หรือทฤษฎี รองรับสามารถทดสอบ ได้อย่างชัดเจน ถูกต้อง	สอดคล้องกับ ปัญหาและ จุดมุ่งหมายการ ทำงาน มีเหตุผล ข้อเท็จจริง หลักการ หรือ ทฤษฎี แต่ไม่ ชัดเจนยังต้องอาศัย การอธิบายเพิ่มเติม	ค่อนข้าง สอดคล้องกับ ปัญหาและ จุดมุ่งหมายการ ทำงานแต่ไม่ ชัดเจน	สอดคล้องกับ ปัญหาและ จุดมุ่งหมายการ ทำงานแต่การ ใช้ภาษาในการ ตั้งสมมติฐาน อ่านแล้วไม่ เข้าใจ	การ ตั้งสมมติฐานไม่ สอดคล้องกับ ปัญหาและ จุดมุ่งหมาย
	การระบุ ตัวแปร	สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปร ควบคุมได้อย่างถูกต้อง และเขียนได้กระชับ กะทัดรัด ครอบคลุม	สามารถระบุตัว แปรต้น ตัวแปร ตาม ตัวแปร ควบคุมได้อย่าง ถูกต้อง แต่การ เขียนไม่กระชับ กะทัดรัด	มีการเขียนตัว แปรต้น ตัว แปรตาม และ ตัวแปรควบคุม คิดไปหนึ่งตัว แปรอย่างใด อย่างหนึ่ง	มีการเขียนตัว แปรต้น ตัวแปร ตาม และตัว แปรควบคุมคิด ไปสองตัวแปร อย่างใดอย่าง หนึ่ง	เขียนตัวแปรต้น ตัวแปรตามและ ตัวแปรควบคุม ไม่ถูกต้องและ ไม่ตรงทั้งสาม ตัวแปร
การ ปฏิบัติการทำ โครงการ	วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้	มีการระบุอุปกรณ์ที่ใช้ใน การปฏิบัติการได้อย่าง ถูกต้อง ครบถ้วน	มีการระบุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการ ปฏิบัติการได้ครบ แต่ไม่ระบุ รายละเอียดของ อุปกรณ์เช่นจำนวน หรือที่มาของ อุปกรณ์นั้น	มีการระบุ อุปกรณ์ที่ใช้ใน การปฏิบัติการ ไม่ครบ	มีการระบุ อุปกรณ์ที่ใช้ใน การปฏิบัติการ ไม่ครบ และไม่ ระบุรายละเอียด ของอุปกรณ์ เช่นจำนวน หรือที่มาของ อุปกรณ์นั้น	มีการระบุ อุปกรณ์ที่ใช้ใน การปฏิบัติการ ไม่สอดคล้อง สัมพันธ์กับการ ทำงาน

ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	รายการ ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
		สูงมาก(5)	สูง(4)	ปานกลาง(3)	ต่ำ (2)	ต่ำมาก (1)
	วิธีการ ทดลอง	ทำการทดลองหรือ ทำชิ้นงานด้วยความ รับผิดชอบ ทำตาม แผนงานที่วางไว้ มี การค้นคว้าหาความรู้ เพิ่มเติมเสมอเมื่อ คิดขัดหรือไม่เข้าใจ การดำเนินงาน ชัดเจนและเป็นไป ตามลำดับอย่าง ต่อเนื่อง	ทำการทดลองหรือ ทำชิ้นงานด้วยความ รับผิดชอบแต่ต้อง อาศัยการดักเตือน ทุกท้วงบ้าง ทำตาม แผนงานที่วางไว้ มี การค้นคว้าหาความรู้ เพิ่มเติมเมื่อครูบอก การดำเนินงาน ชัดเจนและเป็นไป ตามลำดับอย่าง ต่อเนื่อง	ทำการทดลองหรือ ทำชิ้นงานด้วยความ รับผิดชอบแต่ต้อง อาศัยการดักเตือน ทุกท้วงอยู่เสมอ ทำ ตามแผนงานที่วางไว้ ครูต้องคอยเช็คและ ถามเสมอ การ ดำเนินงานเป็นไป อย่างชัดเจนและ ต่อเนื่อง	ทำการทดลอง หรือทำชิ้นงาน ต้องอาศัยการ ดักเตือนทุกท้วง อยู่เสมอ ครูต้อง คอยเช็คและถาม เสมอ การ ดำเนินงาน เป็นไปอย่างไม่ ต่อเนื่อง	ไม่สามารถ ทำงานที่ รับผิดชอบได้ ตามแผนงาน ต้องอาศัยการ เกี่ยวข้องและ ทุกท้วงบ่อยๆ ทำงานไม่ สำเร็จ
การบันทึกผล การทำ โครงงานและ การจัดกระทำ ข้อมูล	การบันทึก ข้อมูล	มีการบันทึกข้อมูล สม่ำเสมอ ชัดเจน ถูกต้อง ครบถ้วน และเป็นระเบียบ เรียบร้อย	มีการบันทึกข้อมูล สม่ำเสมอ ชัดเจน ถูกต้อง ครบถ้วน แต่ ข้อมูลอยู่อย่างกระจัด กระจาย ไม่เป็น ระเบียบ	มีการบันทึกข้อมูล สม่ำเสมอ แต่ไม่ ชัดเจน ไม่ถูกต้อง และข้อมูลอยู่อย่าง กระจัดกระจาย ไม่ เป็นระเบียบ	มีการบันทึก ข้อมูลสม่ำเสมอ แต่ไม่ชัดเจน และไม่ถูกต้อง ข้อมูลอยู่อย่าง กระจัดกระจาย ไม่เป็นระเบียบ	ข้อมูลที่บันทึก ไม่สามารถ นำมาแปลผล การปฏิบัติงาน ได้
	การจัดกระทำ ข้อมูลใน ลักษณะ ตาราง กราฟ และแผนภูมิ	การจัดกระทำข้อมูล ทำได้สอดคล้อง เหมาะสมกับข้อมูลที่ ได้อย่างครบถ้วน	การจัดกระทำข้อมูล ทำได้สอดคล้อง เหมาะสมกับข้อมูลที่ ได้แต่ไม่ครบถ้วน	การจัดกระทำข้อมูล ทำได้ค่อนข้าง สอดคล้องเหมาะสม กับข้อมูลที่ได้แต่ไม่ ครบถ้วน	การจัดกระทำ ข้อมูลทำได้ไม่ สมบูรณ์และไม่สามารถใช้ ข้อมูลนั้นมา แปลผลการ ทดลองได้	มีการบันทึก เป็นข้อมูลดิบ และไม่มี การจัดกระทำ ข้อมูล เป็น ตาราง กราฟ แผนภูมิ

ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	รายการ ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
		สูงมาก(5)	สูง(4)	ปานกลาง(3)	ต่ำ (2)	ต่ำมาก (1)
	การ อภิปราย และการ สรุป	มีการอภิปราย และ สรุปผลที่ได้จากการ ทำโครงการได้อย่าง ถูกต้องและ สอดคล้องกับผลการ ทดลอง	มีการอภิปราย และสรุปผลที่ได้ จากการทำ โครงการได้อย่าง สอดคล้องกับผล การทดลอง แต่มี ข้อปรับปรุงบาง ประการเพียง ประเด็นเดียว	มีการอภิปราย และสรุปผลที่ได้ จากการทำ โครงการแต่ไม่ ชัดเจนและ สอดคล้องกับผล การทดลอง	มีการอภิปราย และสรุปผลที่ได้ จากการทำ โครงการแต่ไม่ ชัดเจนและ สอดคล้องกับผล การทดลอง เขียน ไม่เข้าใจ	มีแต่การสรุปผล การทดลองเท่านั้น ไม่มีการอภิปราย ผลการทดลอง
การนำเสนอ โครงการ	การ นำเสนอ โครงการ	การนำเสนอ โครงการได้อย่าง น่าสนใจเป็นขั้นตอน ถูกต้องตาม กระบวนการทำ โครงการ มีความ สอดคล้อง นำเสนอ ได้อย่างราบรื่นสร้าง ความเข้าใจได้ง่าย	การนำเสนอ โครงการได้เป็น ขั้นตอนถูกต้อง ตามกระบวนการ ทำโครงการ มี ความไม่ชัดเจน และนำเสนอ ติดขัดบ้าง บางส่วน	การนำเสนอ โครงการไม่ น่าสนใจและไม่ ชัดเจนในขั้นตอน ต่างๆแต่สามารถ จับใจความสำคัญ ได้	การนำเสนอ โครงการไม่ น่าสนใจและไม่ ชัดเจนในขั้นตอน ต่างๆแต่มี รายละเอียดที่ แสดงให้เห็นว่ามี การทำงาน	การนำเสนอ โครงการไม่ น่าสนใจและไม่ ชัดเจนในขั้นตอน ต่างๆและไม่มี รายละเอียดขึ้นชั้น การทำงานจริง
	การตอบ ข้อคิดเห็น	ตอบข้อคิดเห็นได้ ชัดเจน เข้าใจง่าย แสดงถึงความรู้และ เข้าใจในการทำ โครงการ	การตอบ ข้อคิดเห็นยังไม่ ชัดเจนบางส่วน แต่ในภาพรวม นักเรียนสามารถ ตอบคำถามได้ ชัดเจน	การตอบ ข้อคิดเห็นไม่ ชัดเจนยังต้อง อาศัยการค้นคว้า และอธิบาย เพิ่มเติม นักเรียน ถึงสามารถแสดง ความเชื่อมโยงได้ ดี	การแสดงความ คิดเห็นติดขัด แสดงถึงความไม่ เข้าใจแต่เมื่อมีการ อภิปรายแล้ว สามารถสร้าง ความเชื่อมโยงให้ เข้าใจได้ใน ขณะนั้น	ไม่สามารถแสดง ความคิดเห็นได้ สอดคล้องกับ โครงการที่ทำ

สำหรับการให้ความหมายของค่าที่วัด ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการวิจัยโดยให้ค่าเฉลี่ยเป็น
 รายชั้นซึ่งแปลความหมายตามการประเมินของลิเคิร์ต (Likert) (จุฑามาศ สุขเฉลิม, 2558: 87)
 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การแปลความหมายการประเมินความสามารถในการทำ
 โครงการวิทยาศาสตร์

ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4.50 – 5.00	สูงมาก
3.50 – 4.49	สูง
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	ต่ำ
1.00 – 1.49	ต่ำมาก

3) นำแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์เสนอต่อ
 ผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการวัดจำนวน 5 คน

4) นำแบบประเมินความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการให้
 ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ที่มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ความสอดคล้องตั้งแต่
 3.51 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) น้อยกว่า 1.0 ซึ่งแสดงว่าแบบประเมิน
 ความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการมีความเหมาะสมและสอดคล้องต่อการ
 นำไปใช้

5) ปรับปรุงแบบประเมินความสามารถในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ
 โดยผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ใช้ภาษาที่สื่อความเพื่อให้เข้าใจง่าย และมีความชัดเจน ก่อนนำไปใช้
 จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

8.2. 5 การแสดงความคิดเห็นเพื่อวัดความพึงพอใจ

การเสนอความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิธีการสอนแบบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการทำโครงงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้เทคนิคการโค้ชชิ่ง (Coaching) เป็นการตรวจสอบโดยการเขียนความคิดเห็นเพื่อแสดงความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่วนการให้ความหมายของค่าที่วัด ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การแปลความหมายการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิธีการสอนแบบโครงงาน

ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิธีการสอนแบบโครงงาน
4.50 – 5.00	สูงมาก
3.50 – 4.49	สูง
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	ต่ำ
1.00 – 1.49	ต่ำมาก

9. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

9.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินผู้เรียนแบบทดสอบ (Pretest) ทักษะวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ

9.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 5 แผน 20 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง ได้ทำการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 1

แผนที่ 1 การสร้างโจทย์หัวข้อโครงการ

แผนที่ 2 การวางแผนเพื่อการออกแบบโครงการ

แผนที่ 3 การปฏิบัติการทำโครงการ

แผนที่ 4 การบันทึกผลการทำโครงการและการจัดกระทำข้อมูล

แผนที่ 5 การนำเสนอโครงการ

9.3 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาโครงการจำนวน 50 ข้อ และเป็นแบบทดสอบฉบับ เดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน

9.4 ผู้วิจัยดำเนินการประเมินทักษะวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การนำเสนอโครงการ โดยใช้แบบประเมินทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

9.5 ผู้วิจัยดำเนินการประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การนำเสนอโครงการ โดยใช้แบบประเมิน ความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

9.6 ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนความคิดเห็นที่มีต่อวิธีการสอนแบบโครงการงาน วิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การนำเสนอโครงการ

10. การวิเคราะห์ข้อมูล

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือสำหรับการวิจัยมีรายละเอียด ดังนี้

10.1 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

10.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบ ทักษะวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ ทำโครงการของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยใช้ ค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนเรียน หลังเรียนโดยการทดสอบค่าที (T-test) แบบ Dependent

10.3 การศึกษาข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการ ซึ่งใช้ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

10.4 การวิเคราะห์ความคิดเห็นที่มีต่อวิธีการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ ใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

11. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการทำโครงงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้เทคนิคการโค้ชชิ่ง (Coaching) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ แบบแสดงความคิดของนักเรียน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้หาความเที่ยงของเนื้อหา และนำไปใช้กับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 11 คน หลังจากการทดสอบก่อนเรียนผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน แล้วประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการและความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการโค้ชชิ่ง และการทดสอบหลังเรียน เพื่อเป็นการตอบวัตถุประสงค์การวิจัยและคำถามการวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความสามารถในการทำโครงงาน
วิทยาศาสตร์

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 1 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนเรื่องสารและสมบัติของสาร ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มทดลอง	N	คะแนน เต็ม	(\bar{X})	S.D.	Df	t-test
การทดสอบ ก่อนเรียน	11	50	20.56	3.53	10	57.606**
การทดสอบ หลังเรียน	11	50	44.50	2.50	10	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (\bar{X} = 44.50, S.D. = 2.50) สูงกว่าผลการเรียนรู้ก่อนเรียน (\bar{X} = 20.56, S.D. = 3.53) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 1 ที่กำหนดไว้ว่า การเรียนรู้การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำโครงงานการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำโครงงานของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคการโค้ชซึ่งแบบ GROW Model ทำให้นักเรียนมีพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้เพื่อตอบคำถามในการวิจัยข้อที่ 2 เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	การศึกษาทักษะกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์												ทักษะกระบวนการทำ โครงงานวิทยาศาสตร์โดยรวม		
	การพัฒนากล่องสมองกลเพื่อ ระบบการรดน้ำแบบหยดแก่ เมล็ด			แบบจำลองการรดน้ำและพ่นสารเคมี ในสวนจากการใช้บอร์ด NodeMCU V3			แบบจำลองหมวกนิรภัยภายในร่ม			การศึกษาความหลากหลายของ โปรโตชีวในคูเมืองลำพูน					
	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
ทักษะการจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล	4.70	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.58	0.10	สูง
ทักษะการลงความเห็นจาก ข้อมูล	4.50	0.00	สูง	4.60	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.30	0.00	สูง	4.48	0.13	สูง
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	4.80	0.00	สูง	4.90	0.00	สูง	4.80	0.00	สูง	4.20	0.00	สูง	4.60	0.32	สูง
ทักษะการกำหนดและควบคุม ตัวแปร	4.50	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.60	0.00	สูง	4.60	0.00	สูง	4.60	0.06	สูง
ทักษะการทดลอง	4.60	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.40	0.00	สูง	4.50	0.08	สูง
ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป	4.70	0.00	สูง	4.60	0.00	สูง	4.60	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.58	0.08	สูง
เฉลี่ยรวม	4.60	0.00	สูง	4.60	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.42	0.00	สูง	4.56	0.09	สูง

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีทั้งหมด 4 โครงการ ได้แก่ การพัฒนากล่องสมองกลเพื่อระบบการรดน้ำแบบหยดแก่เมล่อน แบบจำลองการรดน้ำและพ่นสารเคมีในสวนจากการใช้บอร์ด NodeMCU V3 แบบจำลองหมวกนิรภัยภายในร่ม และการศึกษาความหลากหลายของโปรโตชีวในคูเมืองลำพูน ผลปรากฏว่าผลการประเมินผลโดยรวมอยู่ในระดับสูง ($\bar{X}=4.56$, S.D. = 0.00) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 และเมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า ทักษะในการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร อยู่ในระดับสูง ก็มียาค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ ($\bar{X}=4.60$, S.D. = 0.32 และ 0.06 ตามลำดับ) รองลงมาคือ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ ($\bar{X}=4.58$, S.D. = 0.10 และ 0.08 ตามลำดับ) ลำดับต่อมาคือ ทักษะการทดลอง ($\bar{X}=4.50$, S.D. = 0.08) และทักษะด้านการลงความเห็นจากข้อมูลมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ($\bar{X}=4.48$, S.D. = 0.13) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาโครงการวิทยาศาสตร์ทุกโครงการ พบว่ามีคะแนนอยู่ในระดับสูงทุกโครงการโดยพบว่าโครงการ การพัฒนากล่องสมองกลเพื่อระบบการรดน้ำแบบหยดแก่เมล่อน และโครงการแบบจำลองการรดน้ำและพ่นสารเคมีในสวนจากการใช้บอร์ด NodeMCU V3 มีคะแนนสูงสุดเท่ากัน ($\bar{X}=4.60$, S.D. = 0.00) รองลงมาคือ โครงการแบบจำลองหมวกนิรภัยภายในร่ม ($\bar{X}=4.50$, S.D. = 0.00) และโครงการที่มีคะแนนน้อยที่สุดคือ การศึกษาความหลากหลายของโปรโตชีวในคูเมืองลำพูน ($\bar{X}=4.42$, S.D. = 0.00) ตามลำดับ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนนี้เพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 3 เกี่ยวกับความสามารถในการทำโครงงานของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผล การวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการศึกษาศักยภาพในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	การศึกษาศักยภาพในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์												ทักษะกระบวนการทำ โครงงานวิทยาศาสตร์ โดยรวม		
	การพัฒนากล่องสมอง กลเพื่อระบบการรดน้ำ แบบหยดแก้มล่อน			แบบจำลองการรดน้ำและพ่น สารเคมีในสวนจาการใช้ บอร์ด NodeMCU V3			แบบจำลองหมวกนิรภัย ภายในร่ม			การศึกษาศักยภาพ หลากหลายของโปรโตชีว ในคูเมืองลำพูน					
	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
การสร้างโจทย์หัวข้อโครงงาน	4.80	0.00	สูง	4.60	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.60	0.14	สูง
การวางแผนเพื่อการออกแบบ โครงงาน	4.60	0.00	สูง	4.60	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.30	0.00	สูง	4.50	0.14	สูง
การปฏิบัติการทำโครงงาน	4.80	0.00	สูง	4.70	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.20	0.00	สูง	4.55	0.27	สูง
การบันทึกผลการทำโครงงาน และการจัดกระทำข้อมูล	4.60	0.00	สูง	4.40	0.00	สูง	4.60	0.00	สูง	4.30	0.00	สูง	4.48	0.15	สูง
การนำเสนอโครงงาน	4.70	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.50	0.00	สูง	4.40	0.00	สูง	4.53	0.13	สูง
เฉลี่ยรวม	4.70	0.00	สูง	4.56	0.00	สูง	4.52	0.00	สูง	4.34	0.00	สูง	4.53	0.18	สูง

จากตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีทั้งหมด 4 โครงงาน ได้แก่ การพัฒนากล่องสมองกลเพื่อระบบการรดน้ำแบบหยดแก้มล่อน แบบจำลองการรดน้ำและพ่นสารเคมีในสวนจากการใช้บอร์ด NodeMCU V3 แบบจำลองหมวกนิรภัยภายในร่ม และการศึกษาความหลากหลายของโปรโตชีวในคูเมืองลำพูน ผลปรากฏว่าผลการประเมินผลโดยรวมอยู่ในระดับสูง ($\bar{X}=4.53$, S.D. = 0.00) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยแต่ละด้านพบว่า ความสามารถในการสร้างโจทย์หัวข้อโครงงาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ($\bar{X}=4.60$, S.D. = 0.14) รองลงมาคือความสามารถในการปฏิบัติการทำโครงงาน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}=4.55$, S.D. = 0.27) รองลงมาคือความสามารถในการนำเสนอโครงงาน ($\bar{X}=4.53$, S.D. = 0.13) และความสามารถในการวางแผนเพื่อการออกแบบโครงงาน ($\bar{X}=4.50$, S.D. = 0.14) ส่วนความสามารถในการบันทึกผลการทำโครงงานและการจัดกระทำข้อมูลมีค่าน้อยที่สุด ($\bar{X}=4.48$, S.D. = 0.15)

เมื่อพิจารณาโครงงานวิทยาศาสตร์ทุกโครงงาน พบว่าคะแนนความสามารถในการทำโครงงานมีคะแนนอยู่ในระดับสูงทุกโครงงานโดยพบว่าโครงงาน การพัฒนากล่องสมองกลเพื่อระบบการรดน้ำแบบหยดแก้มล่อน มีค่าสูงสุด ($\bar{X}=4.70$, S.D. = 0.00) โครงงานแบบจำลองการรดน้ำและพ่นสารเคมีในสวนจากการใช้บอร์ด NodeMCU V3 มีคะแนนสูงสุดเป็นอันดับรองลงมาคือ ($\bar{X}=4.56$, S.D. = 0.00) รองลงมาคือ โครงงานแบบจำลองหมวกนิรภัยภายในร่มมีค่าคะแนนเป็นลำดับรองลงมาคือ ($\bar{X}=4.52$, S.D. = 0.00) และโครงงานที่มีคะแนนน้อยที่สุดคือ การศึกษาความหลากหลายของโปรโตชีวในคูเมืองลำพูนมีค่าคะแนนเท่ากับ ($\bar{X}=4.34$, S.D. = 0.00)

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการทำโครงงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคการโค้ชชิ่ง (Coaching)

การวิเคราะห์ข้อมูลนี้เพื่อตอบคำถามในการวิจัยข้อที่ 4 เกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยการให้นักเรียนเขียนบรรยายผลการจัดการเรียนแบบโครงงานเพื่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการทำโครงงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคการโค้ชชิ่ง (Coaching)

ผลการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

โครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนากล่องสมองกลเพื่อระบบการรดน้ำแบบหยดแก่เมล็ดอ่อน

“...รู้สึกภูมิใจในที่ทำโครงงานนี้สำเร็จเนื่องจากเป็นโครงงานที่ยากมาก พวกเราต้องต่อสู้ฟันฝ่ากับปัญหาต่างๆที่เจอ ซึ่งไม่ใช่เรื่องง่ายนัก ที่ภาคภูมิใจที่สุดคือการนำผลงานของพวกเราไปใช้งานได้และเกิดประโยชน์ต่อผู้ที่นำไปใช้ได้จริง ขอขอบคุณคุณครูที่ช่วยเหลือดูแลเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาที่ทำโครงงานนี้.....”

“.....ทำให้พวกเราได้รับความรู้จากการทำงานจริงๆเพราะการทำโครงงานนี้พวกเราได้สืบค้น ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเอง และฟันฝ่าอุปสรรคมากมายจากการทำงานจริงๆ ทำให้พวกเราเข้าใจการทำงานมากยิ่งขึ้น....”

“.....พวกเราได้ประโยชน์จากการทำโครงงานในครั้งนี้มาก นอกจากความรู้ที่เราได้แล้ว เรายังได้รับรางวัลต่างๆมากมายจากการทำโครงงานในครั้งนี้แสดงว่าโครงงานของพวกเรา มีมาตรฐานและได้รับการยอมรับจากหน่วยงานต่างๆมากมาย.....”

โครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง แบบจำลองการรดน้ำและพ่นสารเคมีในสวนจากการใช้บอร์ด
NodeMCU V3

“.....ผมยอมรับว่าโครงการของพวกเราเป็นเรื่องยากมาก แต่คุณครูทำให้พวกเราได้ทำงานอย่างเต็มความสามารถจนประสบความสำเร็จและยังได้รับรางวัลจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์จากหลายงานเลยครับ.....”

“.....พวกเราภูมิใจในการทำโครงการครั้งนี้มากครับและรู้สึกว่าคุณครูดูแลและให้ข้อคิดต่างๆในระหว่างการทำโครงการดีมากครับ คุณครูทำให้พวกเราหาคำตอบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้พวกเราสนุกในการทำโครงการและมีไอเดียในการทำโครงการเยอะแยะเลยครับ.....”

“.....ผมชอบวิธีการ ใ้ซึ่งของคุณครูที่ทำให้เราทำโครงการจนเสร็จเรียบร้อย ทำให้พวกเรารู้จักทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีความรู้เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น.....”

โครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง แบบจำลองหมวกนิรภัยภายในร่ม

“.....เมื่อก่อนหนูเงื่องการตั้งสมมติฐานการวิจัย การแปลงข้อมูลการทดลองมากเลยคะ แต่ตอนนี้หนูเข้าใจแล้วว่าเราต้องมีการแปลงหรือจัดกระทำข้อมูลอย่างไรจึงจะถูกต้องตามกระบวนการวิทยาศาสตร์.....”

“.....พวกเราคิดโครงการหมวกนิรภัยเนื่องจากเราได้แนวคิดมาจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุที่มักจะลื่นล้มในห้องน้ำภายในบ้าน จากการค้นหาข้อมูลเราพบว่าสถิติของผู้สูงอายุที่ลื่นล้มในบ้านมีมากเป็นอันดับ 1 ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นสำหรับผู้สูงอายุ หัวข้อโครงการและการค้นคว้าทั้งหมดเกิดจาก คำถามของคุณครูที่ท่านถามๆพวกเราจนเราสามารถสรุปประกายความคิดและเกิดแนวคิดในการสร้างโครงการด้วยตัวเอง จากแนวคิดนั้นเรายังได้ทำการ

ประดิษฐ์หมวกนิรภัยและทดลองโดยใช้หลักการทางฟิสิกส์หลายๆครั้งจนสามารถทดสอบประสิทธิภาพของหมวกนิรภัยของพวกเราได้ค่ะ พวกหนูได้กระบวนการทำงานจากโครงการวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้หลายอย่างโดยเฉพาะทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ค่ะ.....”

โครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาความหลากหลายของโปรโตซัวในคูเมืองลำพูน

“...พวกเราทำงานนี้เพราะสนใจสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำคูเมืองและชอบโปรโตซัวคือพวกเรานี้มีความสนใจในการศึกษาชนิดของโปรโตซัว คุณครูได้ช่วยให้พวกเราได้วางแผนกิจกรรมการทำงานอย่างรอบคอบรัดกุม ได้เรียนรู้วิธีการทำโครงการวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจอย่างถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นพวกเรา ยังได้พัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ให้มากยิ่งขึ้นด้วยครับ.....”

“.....โครงการวิทยาศาสตร์เชิงสำรวจที่พวกผมทำนั้นต้องอาศัยระยะเวลาในการทำเยอะมากเพราะฉะนั้นหลายครั้งที่พวกเรารู้สึกท้อและไม่อยากทำงานต่อ แต่คุณครูจะมีวิธีการให้พวกเราอดสูทำงานได้และคุณครูยังสอนกระบวนการทำงานโดยการโค้ชซึ่งและให้เราได้พัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย.....”

“.....กระบวนการโค้ชซึ่งที่ครูใช้ในการฝึกฝนพวกเราให้ทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น ช่วยให้เราอดทนฟันฝ่าอุปสรรคและมีความสุขสนุกสนานในการทำงานด้วยครับ.....”

จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจและวิธีการชี้แนะโครงการโดยใช้เทคนิค GROW Model CKK สามารถพัฒนาทักษะและความสามารถในการทำโครงการของนักเรียนได้

12. การอภิปรายผล

จากการพัฒนาทักษะกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการโค้ชชิ่ง สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประเด็นนำมาเพื่ออภิปราย ดังนี้

12.1 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนด้านการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่าได้ยอมรับสมมติฐานที่กำหนดไว้ เพราะใช้เทคนิคการชี้แนะแบบ GROW Model CKK ซึ่งมีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) Grow คือการตั้งเป้าหมายที่นักเรียนต้องการ 2) Reality ความเป็นจริงปัจจุบันเข้าใกล้เป้าหมายหรือยัง 3) Option คือทางเลือกที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายคืออะไร 4) Will คือแผนการที่จะทำ 5) Execution คือการลงมือทำมุ่งมั่นเอาจริงเอาจัง และทำอย่างต่อเนื่อง 6) Review คือการทบทวนเป็นระยะๆว่าผลเป็นอย่างไร ได้ตามแผนไหม มีปัญหาอะไรให้รีบแก้ไข 7) Evaluation ได้นำนักเรียนได้วิเคราะห์การทำโครงการวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนอย่างละเอียดกล่าวคือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วางไว้เพื่อให้นักเรียนได้บรรลุเป้าหมายนั้น นักเรียนจะทำการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการด้วยตนเองทุกขั้นตอนทำให้นักเรียนเกิดทักษะความพยายามและเรียนรู้วิธีการปรับทักษะกระบวนการแต่ละขั้นตอนด้วยตนเอง นอกจากนี้นักเรียนยังได้ฝึกการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตจริงและนักเรียนยังได้ค้นคว้าหาความรู้ ได้คิด ได้จัดการเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ ได้ประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา ที่สำคัญคือเป็นกิจกรรมที่ใช้การวิจัยดำเนินการทำโครงการ ซึ่งกระบวนการวิจัยนั้นจะทำให้เกิดการศึกษาอย่างเป็นระบบในกระบวนการค้นหาคำตอบของปัญหาหรือประเด็นที่ต้องการศึกษาอย่างมีแบบแผน มีประโยชน์ในแง่การส่งเสริมความรู้และเกิดวิทยาการช่วยให้เกิดความรู้ใหม่ที่เป็นประโยชน์สามารถนำความรู้นั้นมาแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

นอกจากนี้ นักเรียนครูยังใช้เทคนิคโค้ชชิ่งในการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกระบวนการโค้ชชิ่งเป็นกระบวนการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการสอนการทำงาน โดย Whitmore (2559) ได้ให้ความหมายของคำว่าโค้ช ซึ่งเป็นคำกริยาไว้ว่า “สอนพิเศษ ฝึกฝน บอกใบ้ให้ทราบ คิดอาวุธให้” ดังนั้นการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือการ

ทำงานชิ้นหนึ่งที่เกิดขึ้นจากประเด็นปัญหาของนักเรียน โดยที่นักเรียนต้องการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่นักเรียนตั้งไว้ การทำงานหรือชิ้นงานของนักเรียนนั้นสามารถบ่งบอกถึงความสามารถ ศักยภาพของผู้เรียนเช่นเดียวกับการทำงานในโลกแห่งความจริง ดังนั้นกระบวนการโค้ชจึงเป็น กระบวนการพัฒนาที่สร้างสรรค์และกระตุ้นให้ผู้ได้รับการโค้ชได้นำศักยภาพออกมาใช้ได้อย่างเต็มที่เพื่อการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองให้เกิดการพัฒนา และการเปลี่ยนแปลงด้านดีที่เป็นรูปธรรม การโค้ช (coaching) เป็นกลไกเพื่อเสริมสร้างพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถ การคิดขั้นสูง (higher-order thinking) มีวิธีการเรียนรู้ (learning how to learn) การตรวจสอบ ประเมินตนเอง กำหนดทิศทางการพัฒนาตนเองได้ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2557: 3)

12.2 ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ทักษะ ดังนี้

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ผลการพัฒนาพบว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับสูง ซึ่งผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนนำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการทำโครงการให้เกิดผลดี โดยนักเรียนสามารถสร้างโครงงานได้อย่างมีเหตุผลและทำให้เกิดแนวทางในการทำงาน เพราะครูได้ใช้วิธีการถามเพื่อชี้นำนักเรียนไปหาคำตอบด้วยตัวเองและนำไปสู่ความเข้าใจในหัวข้อโครงงานที่นักเรียนได้ทำขึ้น เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลการทดลองนักเรียนยังได้นำข้อมูลมาจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลโดยมีครูที่ปรึกษาได้เสนอแนะวิธีการทำงานด้วยวิธีการโค้ชซึ่ง กล่าวคือครูจะวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองไปพร้อมกับนักเรียนและจะถามชี้นำนักเรียนเพื่อนำไปสู่เป้าหมายโดยให้นักเรียนทำงานซ้ำๆแล้วนำมาเสนอครูเป็นระยะ การทำงานในกระบวนการชี้แนะ GROW Model CKK ทั้ง 7 ขั้นตอน จะเป็นกระบวนการให้นักเรียนทำงานในวงจร GROW Model CKK แบบซ้ำๆจนกระทั่งนักเรียนสามารถทำโครงงานได้ตามเป้าหมายที่วางไว้

12.3 ผลการพัฒนาความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ห้องเรียน

พิเศษวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีความสามารถโดยรวมอยู่ในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนได้ทำโครงการ โดยครูได้ใช้เทคนิคการชี้แนะ GROW Model CKK ในการทำโครงการในหัวข้อที่นักเรียนสนใจ เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าในขั้นการสร้างโจทย์ หัวข้อโครงการอยู่ในระดับสูง ทั้งนี้เพราะว่าในขั้นนี้ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดหัวข้อโครงการตามความสนใจ นอกจากนี้การคิดหัวข้อโครงการของนักเรียนนั้นจะได้แนวความคิดจากปัญหาต่างๆภายในท้องถิ่นและเป็นปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน และเมื่อหัวข้อโครงการนั้นเกิดจากความคิดของนักเรียนจะเป็นผลให้นักเรียนมีความตั้งใจในการทำงาน การที่ครูเป็นโค้ชและใช้เทคนิค GROW Model CKK ทำให้นักเรียนชอบมาปรึกษาครูเนื่องจากครูไม่วิพากษ์หรือตัดสิน แต่ครูจะใช้วิธีการป้อนคำถามกลับเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์การทำงานเพื่อจุดประกายความคิด นอกจากนั้นการให้ความเชื่อใจและยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนส่งผลให้นักเรียนมีความภาคภูมิใจในผลงานที่เขาคิดขึ้นเอง ทำให้นักเรียนมีความตั้งใจทำงาน พากเพียร เอาใจใส่ อดทนและร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์จนประสบความสำเร็จ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ จิตณรงค์ เอี่ยมสำอาง (2555, 294-296) ที่ได้พัฒนารูปแบบการโค้ชทางปัญญาแบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพการโค้ชและการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของครูพณิชยกรรม พบว่าเทคนิคการโค้ชมีการดำเนินการเพื่อพัฒนาผู้ที่ได้รับการโค้ชอย่างต่อเนื่อง มีการไตร่ตรองย้อนคิดให้ข้อมูลย้อนกลับของครูเพื่อนำไปปรับพัฒนาการโค้ชและส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้มีประสิทธิผลร่วมกับครูผู้สอนทำให้มีการปรับเปลี่ยนยุทธวิธีการทำงานทำให้ผู้ได้รับการโค้ชมีการพัฒนาความรู้ความสามารถ มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการคิดเพิ่มขึ้น

12.4 ผลด้านความคิดเห็นที่มีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์เพื่อการทำโครงการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้เทคนิคการชี้แนะ (Coaching) พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้โครงการในระดับมาก เนื่องจากนักเรียนได้ทำกิจกรรมตามความสนใจของตัวเอง มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ได้เรียนรู้และแก้ปัญหาเรื่องราวที่อยู่ใกล้ตัว นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการทำงาน ครูได้ส่งเสริมให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาด้วยตัวเอง

13. ข้อเสนอแนะ

จากการการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการทำโครงการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคการโค้ชชิ่ง (Coaching) ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดและข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยมีรายละเอียด ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการทำผลการวิจัยไปใช้

12.1 จากผลการวิจัยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่าการใช้เทคนิคการโค้ชชิ่งส่งผลให้นักเรียนมีความตั้งใจศึกษาค้นคว้าการทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยมีครูใช้กระบวนการโค้ชชิ่งในการดูแลปรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีสูงขึ้นทุกด้าน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องครูควรนำวิธีการนี้ไปปรับใช้กับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้กระบวนการเรียนแบบโครงการ

12.2 จากผลการวิจัยด้านความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้ฝึกการนำเสนอข้อมูลการสะท้อนผลการเรียนรู้ทุกครั้งในทุกกระบวนการเพื่อฝึกให้นักเรียนได้สังเคราะห์ความรู้จากการทำงาน และควรให้นักเรียนมีการบันทึกประจำวันและสะท้อนผลการทำงานทุกครั้ง

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

12.3 ควรมีการใช้เทคนิคการโค้ชชิ่ง ให้กับนักเรียนกลุ่มอื่นที่เรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีมุมมองความคิดกว้างไกล ให้กับนักเรียนให้มากที่สุด

12.4 ควรหาแนวทางส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้อที่มีผลคะแนนต่ำ เช่น ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล โดยหาเทคนิคการพัฒนาทักษะนี้ให้มากขึ้น

12.5 ควรขยายการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการทำโครงการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคการโค้ชชิ่ง (Coaching) ให้กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับประถมศึกษาและหาแนวทางการพัฒนากระบวนการโค้ชชิ่งให้เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- จุฑามาศ สุขเฉลิม. (2558) . การพัฒนาความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์เชิงเศรษฐกิจสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จิตณรงค์ เอี่ยมสำอาง. (2555) . การพัฒนารูปแบบการโค้ชทางปัญญาแบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพการโค้ชและการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของครูพานฉิมขกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุณบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ไชยยศ ปั้นสกุลไชย, 2015.COACHING ให้ได้ผล ด้วย GROW MODEL. วารสาร Productivity WORLD/workforce.สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.
<http://www.ftpi.or.th/2015/1995>. สืบค้น [3 เมษายน 2560].
- ทศนา แคมมณี. (2559). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ปวิรัตน์ สุวรรณโคตร. (2558). การใช้วิธีการสอนแบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PBL)ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ. บทความวิจัยนักศึกษานิพนธ์โท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ลัดดา ภู่เกียรติ. (2544). โครงการเพื่อการเรียนรู้ หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม.คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ. มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ มารุต พัฒนาผล. (2557). การโค้ชเพื่อการรู้คิด (Cognitive Coaching). กรุงเทพฯ: บริษัทจรัสนิทวงศ์การพิมพ์ จำกัด.

วิโรจน์ แส่นคำภา. (2551). การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม
ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับ การจัดการ เรียนรู้ตามคู่มือครู
ของ สสวท. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและ
ประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2543). การจัดตั้งโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์
_____. (2553:2542). พระราชบัญญัติการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2556).

คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.

แหล่งที่มา <http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/>

ManualScienceM3.pdf . [15 เมษายน 2560].

William N.Bender. (2012) . Project-Base LEARNING. Differentiating Instruction
for the 21st Century. USA.

ภาคผนวก