

บทความวิจัย (Research Article)

อิทธิพลส่งผ่านพหุระดับของความสนุกในการเรียนรู้ในความสัมพันธ์ระหว่าง ความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนแบบสืบสอบ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

THE MULTILEVEL MEDIATING EFFECT OF LEARNING ENJOYMENT IN THE RELATIONSHIP AMONG ENGAGEMENT OF SCIENCE ACTIVITY, INQUIRY-BASED LEARNING AND SCIENTIFIC LITERACY

Received: September 7, 2020

Revised: October 21, 2020

Accepted: November 3, 2020

วรัญญู ฉายาบรรณ^{1*} และกนิษฐ์ ศรีเคลือบ²

Waranyu Chayaban^{1*} and Kanit Sriklaub²

^{1,2}คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

^{1,2}Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: chayaban1990@gmail.com

บทคัดย่อ

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะหนึ่งที่ถูกประเมินในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติของ OECD การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมของความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีความสนุกในการเรียนรู้เป็นตัวแปรส่งผ่านในโมเดลแบบพหุระดับ การวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากฐานข้อมูล PISA 2015 โดยศึกษาเฉพาะนักเรียนประเทศไทย จำนวน 8,249 คน และใช้การวิเคราะห์ด้วยโมเดลสมการโครงสร้างแบบพหุระดับ (MSEM) ด้วยโปรแกรม MPLUS ผลการวิจัย พบว่า โมเดลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์แบบพหุระดับที่ใช้ในการวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2 (10, N = 8249) = 47.663, p < .001, RMSEA = .021, SRMR_w = .007, SRMR_b = .008$) นอกจากนี้สารสนเทศในระดับโรงเรียน พบว่า ความสนุกในการเรียนรู้มีอิทธิพลสูงมากต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ อีกทั้งความสนุกในการเรียนรู้เป็นตัวแปรส่งผ่านแบบสมบูรณ์ในอิทธิพลจากความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามความสนุกในการเรียนรู้ไม่เป็นตัวแปรส่งผ่านในอิทธิพลจากการเรียนการสอนแบบสืบสอบต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ความสนุกในการเรียนรู้ ความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนแบบสืบสอบ การวิเคราะห์พหุระดับ

Abstract

Scientific literacy is one of the competencies which is evaluated in the OECD's programme for international student assessment. This research aimed to investigate the direct and indirect effects of engagement of science activity and inquiry-based learning on scientific literacy that learning enjoyment as mediating variables in the multilevel model. This study focused on 8,249 students in Thailand by using secondary data from PISA 2015 database and analyzed by multilevel structural equation modeling (MSEM) with MPLUS. The main results revealed that this multilevel scientific literacy model fit very well with empirical data ($\chi^2 (10, N = 8249) = 47.663, p < .001$, RMSEA = .021, SRMR_w = .007, SRMR_b = .008). In school level, the effect of learning enjoyment on scientific literacy was high. Furthermore, learning enjoyment was a full mediator in the effect of engagement of science activity on scientific literacy. However, learning enjoyment was not a mediator in the effect of inquiry-based learning on scientific literacy.

Keywords: Scientific Literacy, Learning Enjoyment, Engagement of Science Activity, Inquiry-based Learning, Multilevel Analysis

บทนำ

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ช่วยบุกเบิกสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ในอดีตให้เกิดขึ้น และมีประโยชน์อย่างมากต่อมวลมนุษยชาติ อาทิ การติดต่อสื่อสารกันด้วยโทรศัพท์มือถือ การเข้าถึงข้อมูลข่าวสารบนโลกออนไลน์ได้ทุกที่ทุกเวลา การทำงานของอุปกรณ์อย่างอัตโนมัติ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลมาจากการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นศาสตร์ที่เน้นการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบแบบแผน และเป็นรากฐานทางความคิดในการสร้างสรรค์นวัตกรรมต่างๆ ให้เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม ทว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความหลากหลาย ซับซ้อน นั้นทำให้การวัดความรู้วิทยาศาสตร์ในองค์กรวมจึงไม่ใช่เรื่องง่าย อย่างไรก็ตาม องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) ได้จัดตั้งโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติหรือที่รู้จักกันในนาม PISA ซึ่งมุ่งวัดสมรรถนะการเรียนรู้เรื่องใน 3 ด้าน โดยการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) เป็นด้านหนึ่งซึ่งจะถูกวัดในมิติของความรู้และสมรรถนะของผู้เรียนที่มีอายุ 15 ปี (OECD, 2017)

การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง โดยสมรรถนะที่เป็นองค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2016) ทั้งนี้ มีการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง นั่นคือ การเรียนการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry-based Learning) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้หรือคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสงสัย รวมถึงสร้างให้มีการอภิปรายหรือโต้แย้งกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งครูมิได้เป็นผู้บอกเนื้อหาความรู้โดยตรงแก่นักเรียน แต่ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Benjaphalaporn et al., 2018; Dachakupt & Yindeesuk, 2014; Khemmani, 2008)

การเรียนการสอนแบบสืบสอบช่วยทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การะการทำงานทางปัญญา (Cognitive Load) ทักษะในการทําวิจัยสูงกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ แต่เป็นไปในลักษณะที่มีผลไม่มากนักต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ มีงานวิจัยที่ชี้ว่าการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบสืบสอบสูงกว่่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติทั้งที่มีนัยสำคัญและไม่มัยนัยสำคัญทางสถิติ (Gormally et al., 2011; Hwang et al., 2011; Maxwell et al.,

2015; Pasana & Nuangchalem, 2010) นอกจากนี้ การเรียนการสอนแบบสืบสอบยังช่วยทำให้นักเรียนมีอารมณ์ทางบวกมากขึ้น เมื่อเทียบกับการเรียนการสอนที่ใช้ครูเป็นศูนย์กลาง โดยการวัดอารมณ์ทางบวกครอบคลุมในเรื่องความสนุกสนานในการเรียนรู้ (Learning Enjoyment) ความน่าสนใจ ความตื่นเต้น เป็นต้น แต่ในทางกลับกันก็มีงานวิจัยที่ระบุว่านักเรียนบางส่วนไม่ได้รู้สึกสนุกกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ซึ่งส่วนหนึ่งอาจมาจากภาระงานที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำนั้นมีความยากหรือมีจำนวนมากเกินไป ทำให้นักเรียนเหนื่อยล้าจนเกิดเป็นความรู้สึกไม่สนุกในการเรียน ตลอดจนการใช้คำถามของครูไม่กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและขาดการฝึกฝนให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ได้ด้วยตนเองอย่างเพียงพอ (DiCarlo, 2009; Litmanen et al., 2012; Murphy et al., 2007; Seyed et al., 2019) ขณะเดียวกันความสนุกในการเรียนรู้มีผลโดยตรงต่อความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์และความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลของ PISA 2006 ในการศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าวโดยใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบระดับเดียว (Single-Level) (Ainley & Ainley, 2011) จากตรงนี้จะจึงเกิดภาพความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนการสอนแบบสืบสอบไปกับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีความสนุกในการเรียนรู้เป็นทางผ่านในความสัมพันธ์

ความสนุกในการเรียนรู้ยังไปเกี่ยวข้องกับความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ (Engagement Of Science Activity) โดยมีงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลของ PISA 2006 ได้พบว่า ความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นเหตุให้เกิดความสนุกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Hampden-Thompson & Bennett, 2011) อีกทั้งยังมีงานวิจัยที่ใช้ฐานข้อมูล TIMSS 2003 ซึ่งเป็นการสอบที่วัดความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานของนานาชาติ แล้วได้ข้อค้นพบหนึ่งว่าความยึดมั่นผูกพันของนักเรียนในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Mo et al., 2013) จากตรงนี้จะจึงเกิดอีกภาพความสัมพันธ์ระหว่างความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปกับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีความสนุกในการเรียนรู้เป็นทางผ่านในความสัมพันธ์

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่นั้นศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรแบบแยกส่วนทีละคู่ โดยยังไม่ปรากฏงานวิจัยที่ศึกษาตัวแปรความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ความสนุกในการเรียนรู้ การเรียนการสอนแบบสืบสอบ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดเดียวกัน อีกทั้งจากหลายงานวิจัยยังให้ข้อสรุปในเรื่องความสัมพันธ์ของตัวแปรบางคู่ไม่แน่ชัด เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนการสอนแบบสืบสอบและความสนุกในการเรียนรู้ ตลอดจนงานวิจัยส่วนใหญ่มองตัวแปรการเรียนการสอนแบบสืบสอบอยู่ในระดับเดียวกับตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะของผู้เรียน ทว่าธรรมชาติของตัวแปรการเรียนการสอนแบบสืบสอบมีลักษณะที่ครูคนเดียวใช้วิธีการสอนกับผู้เรียนทุกคนในห้องเรียน ซึ่งเป็นไปในลักษณะนักเรียนสอดแทรกอยู่ในชั้นเรียน (Students Nested in Class) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจศึกษาอิทธิพลเชิงสาเหตุของความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอนแบบสืบสอบไปกับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยผ่านความสนุกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมในโมเดลสมการโครงสร้างแบบพหุระดับ (Multilevel) เพื่อนำสารสนเทศมาเป็นแนวทางการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หรือทำวิจัยต่อยอดต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

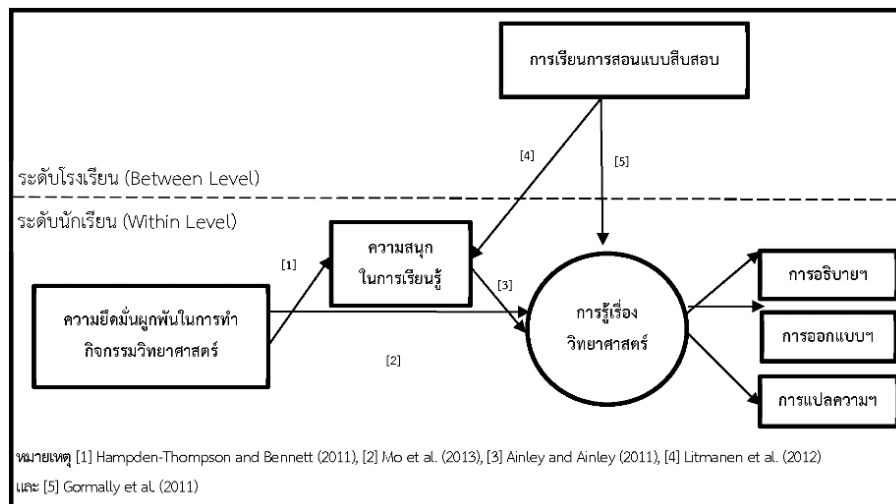
เพื่อศึกษาอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมของความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีความสนุกในการเรียนรู้เป็นตัวแปรส่งผ่าน ในโมเดลแบบพหุระดับ

ขอบเขตการวิจัย

ผู้วิจัยใช้ฐานข้อมูลและกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ PISA ในปี ค.ศ. 2015 เป็นหลัก ด้วยเหตุผลที่ว่ากรอบการประเมินดังกล่าวให้น้ำหนักความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์มากที่สุดถึงร้อยละ 60 อีกทั้ง OECD เผยแพร่ข้อมูลให้บุคคลภายนอกสามารถเข้าถึงข้อมูลได้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ความสนุกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนแบบสืบสอบ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากฐานข้อมูล PISA 2015 ของ OECD โดยใช้ไฟล์ข้อมูลของนักเรียนและไฟล์ข้อมูลของโรงเรียน ซึ่งเข้าถึงได้จากเว็บไซต์ <http://www.oecd.org/pisa/data/2015database> ทั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกระทำข้อมูลโดยใช้การตัดไฟล์ข้อมูลของนักเรียนซึ่งมีขนาดใหญ่มากด้วยโปรแกรมอาร์ เพื่อคัดเลือกเฉพาะข้อมูลของนักเรียนในประเทศไทยที่เข้าสอบ PISA 2015 รวมทั้งคัดเลือกตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย รหัสโรงเรียน ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนแบบสืบสอบ และคะแนนความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ตัวอย่างวิจัย

การประเมินผล PISA ต้องการวัดความรู้และทักษะของนักเรียนในแต่ละประเทศที่มีอายุ 15 ปี ซึ่งถือว่าเป็นวัยที่กำลังจะจบหรือสำเร็จการศึกษาภาคบังคับ ซึ่งตัวอย่างวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นนักเรียนของประเทศไทยที่เข้าสอบ PISA 2015 จำนวน 8,249 คน จาก 273 โรงเรียนของทุกสังกัดการศึกษา โดยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หรือ ปวช. 1 (ประมาณ 70%) รองลงมาคือ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ประมาณ 26%) นอกนั้นเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และปีที่ 5 หรือ ปวช. 2 อีกทั้งการสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มแบบเป็นระบบอย่างเคร่งครัดตามสัดส่วนของนักเรียนในแต่ละกลุ่มโรงเรียนและตามพื้นที่ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2016) ซึ่งทั้งขนาดตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่างเพียงพอที่จะได้ตัวแทนที่กระจายครอบคลุมทุกพื้นที่ทั่วประเทศ

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยคัดเลือกมาจากข้อมูลของ PISA 2015 ซึ่งวัดมาจากแบบทดสอบและแบบสอบถามที่พัฒนาโดยทีมผู้เชี่ยวชาญจากนานาประเทศในการประเมิน PISA ขององค์กร OCED โดยงานวิจัยนี้ศึกษาตัวแปรความยึดมั่นผูกพันในการทำ

กิจกรรมวิทยาศาสตร์ ความสนุกในการเรียนวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนแบบสืบสอบ และคะแนนความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้แปลและสรุปรายละเอียดของตัวแปร (OCED, 2017; The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2016) ที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

2.1 การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ในทั้ง 3 ด้าน ประกอบด้วยด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) ด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) โดยคะแนนที่ได้วัดมาจากแบบทดสอบที่มีรูปแบบข้อสอบหลายแบบ อาทิ ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เลือกตอบเชิงข้อหรือเขียนตอบสั้น และสร้างคำตอบอย่างอิสระ โดยมีการให้คะแนนแบบบางส่วน (Partial Credit Score) รวมด้วย อย่างไรก็ตาม ข้อมูลของ PISA ไม่ได้ให้ผลการตอบของผู้สอบแต่ละคนเป็นรายข้อ แต่นำเสนอคะแนนของแต่ละด้านด้วย Plausible Values ซึ่งเป็นค่าที่มาจาก Posteriori Distribution ที่แปลงคะแนนของข้อสอบแต่ละชุดด้วยฟังก์ชันจากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) กับโมเดลการถดถอยแฝง (Latent Regression Model) โดยใช้สารสนเทศจากบริบทของนักเรียนที่ตอบในแบบสอบถามมาร่วมในการปรับสเกลด้วย และใช้การทดแทนค่าสูญหายด้วยวิธีการแทนค่าแบบพหุ (Multiple Imputation) ทั้งนี้ค่า Plausible Value เป็นค่ามาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 500 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 100 ซึ่งการวิจัยนี้ใช้ค่า Plausible Value ในแต่ละด้านมาวิเคราะห์ข้อมูล

2.2 ความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ (Engagement of Science Activity) ได้มาจากแบบสอบถามที่ใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ท 4 ระดับ (1 = บ่อยครั้ง, 2 = เป็นประจำ, 3 = บางครั้ง, 4 = ไม่เคยหรือแทบจะไม่เคย) โดยการรวมคะแนนต้องกลับสเกล เพราะระดับการตอบกลับด้านจากมากไปน้อย เพื่อให้คะแนนสูงสะท้อนถึงความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มาก ซึ่งข้อคำถามที่ใช้วัดความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 คำถามในแบบสอบถาม PISA ที่ใช้วัดความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์

รหัสข้อคำถาม	รายการ
ST146Q01	ดูรายการโทรทัศน์ในหัวข้อวิทยาศาสตร์
ST146Q02	ยืมหรือซื้อหนังสือที่เกี่ยวกับในหัวข้อวิทยาศาสตร์
ST146Q03	เข้าชมเว็บไซต์เกี่ยวกับในหัวข้อวิทยาศาสตร์
ST146Q04	อ่านนิตยสารหรือบทความในหนังสือพิมพ์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
ST146Q05	เข้าร่วมชมรมวิทยาศาสตร์
ST146Q06	ศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือการทดลองเสมือนจริง
ST146Q07	ศึกษากระบวนการ/เทคนิคทางวิทยาศาสตร์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือการทดลองเสมือนจริง
ST146Q08	เข้าชมเว็บไซต์ขององค์กรที่เกี่ยวกับนิเวศวิทยา
ST146Q09	ติดตามข่าวสารวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม หรือนิเวศวิทยาผ่านช่องทางออนไลน์

ที่มา : OCED (2017)

2.3 ความสนุกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Learning Enjoyment) ซึ่งเกี่ยวข้องกับด้านอารมณ์ทางบวกที่ครอบคลุมความสนุก ความสนใจ ความชอบ และการมีความสุข ทั้งนี้ได้มาจากแบบสอบถามที่วัดโดยใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ท 4 ระดับ (1 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 2 = เห็นด้วย, 3 = ไม่เห็นด้วย, 4 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) ทำให้การรวมคะแนนต้องกลับสเกล เพราะระดับการตอบกลับด้านจากมากไปน้อย เพื่อให้คะแนนสูงสะท้อนถึงความสนุกในการเรียนรู้ที่มากเช่นเดียวกัน สำหรับข้อคำถามที่ใช้วัดความสนุกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 คำถามในแบบสอบถาม PISA ที่ใช้วัดความสนุกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รหัสข้อคำถาม	รายการ
ST094Q01	ฉันสนุกมากเมื่อได้เรียนในหัวข้อวิทยาศาสตร์
ST094Q02	ฉันชอบอ่านสาระที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
ST094Q03	ฉันมีความสุขกับการทำงานในหัวข้อวิทยาศาสตร์
ST094Q04	ฉันสนุกกับการได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ
ST094Q05	ฉันสนใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ที่มา : OCED (2017)

2.4 การเรียนการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry-based Learning) เป็นการวัดตามการรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนของครูในภาพรวมของโรงเรียนที่นักเรียนกำลังศึกษาอยู่ ทั้งนี้ได้มาจากแบบสอบถามที่วัดโดยใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ต 4 ระดับ (1 = ในทุกๆ บทเรียน, 2 = ส่วนใหญ่ของบทเรียน, 3 = ในบางบทเรียน, 4 = ไม่เคยเลยหรือแทบจะไม่เคย) โดยการรวมคะแนนต้องกลับสเกล เพราะระดับการให้คะแนนกลับด้านจากมากไปน้อย เพื่อให้ค่ามากสะท้อนถึงระดับที่สูงของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ซึ่งข้อคำถามที่ใช้วัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบแสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 คำถามในแบบสอบถาม PISA ที่ใช้วัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

รหัสข้อคำถาม	รายการ
ST098Q01	นักเรียนมีโอกาสได้อธิบายแนวคิดของตนเอง
ST098Q02	นักเรียนได้ใช้เวลาเพื่อปฏิบัติการทดลองในห้องแลป
ST098Q03	นักเรียนถูกเรียกให้โต้แย้งกับคำถามทางวิทยาศาสตร์
ST098Q04	นักเรียนถูกถามถึงข้อสรุปที่ได้จากการทดลอง
ST098Q05	ครูอธิบายแนวคิดในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ
ST098Q06	นักเรียนได้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง
ST098Q07	มีการอภิปรายกันเกี่ยวกับการตรวจสอบหรือข้อค้นพบในการทดลอง
ST098Q08	ครูอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับชีวิตของพวกเราได้อย่างชัดเจน

ที่มา : OCED (2017)

อย่างไรก็ตาม ตัวแปรการเรียนการสอนแบบสืบสอบไม่ควรอยู่ในระดับเดียวกับตัวแปรอื่นๆ เนื่องจากธรรมชาติของตัวแปรที่มีลักษณะที่ครูคนเดียวใช้วิธีการสอนกับผู้เรียนทุกคนในห้องเรียน ซึ่งเป็นไปในลักษณะนักเรียนสอดแทรกอยู่ในชั้นเรียน ฉะนั้นต้องใช้การวิเคราะห์หุระดับ อีกทั้งไม่ปรากฏข้อมูลของครู (ระดับชั้นเรียน) ในประเทศไทยที่ OECD เก็บรวบรวมข้อมูลมา จึงต้องทำการรวมค่า (Aggregate) ด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิตให้ขึ้นไปเป็นในระดับโรงเรียน ซึ่งแปลความหมายได้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบในภาพรวมของโรงเรียน

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้สถิติวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามวิจัยโดยใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างแบบพหุระดับ (Multilevel Structural Equation Modeling: MSEM) โดยใช้โปรแกรม MPLUS ในการเขียนคำสั่ง ทั้งนี้ข้อมูลทุติยภูมิที่นำมาศึกษาครั้งนี้ปรากฏข้อมูลสูญหาย (Missing Data) ประมาณ 10% ของค่าทั้งหมดในตัวแปรที่ศึกษา ผู้วิจัยจึงใช้วิธีแทนข้อมูลที่สูญหายด้วย

เ

ท

ค

นิ

ค

การถดถอย (Regression Imputation) โดยข้อมูลที่ถูกลบหายไปนั้น พบว่า มีค่าอยู่ช่วงที่เป็นไปได้ (Possible Value) ดังนั้น จึงนำไปใช้วิเคราะห์ได้ตามปกติ นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวอย่างวิจัย โดยใช้โปรแกรม SPSS

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอเป็น 2 ตอน ประกอบด้วยตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลสมการโครงสร้าง และตอนที่ 2 โมเดลของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่มีความสนุกในการเรียนรู้เป็นตัวแปรส่งผ่านแบบพหุระดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลสมการโครงสร้าง ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ พบว่า ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นองค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีค่าอยู่ในช่วง 430.98 – 434.73 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าตั้งแต่ 87.86 – 90.56 สำหรับค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ตัวอื่น แสดงค่าดังตาราง 4 ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลสมการโครงสร้าง พบว่า จากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด 15 คู่ ส่วนใหญ่มีนัยสำคัญทางสถิติถึง 14 คู่ ทั้งนี้ ขนาดความสัมพันธ์มีค่าอยู่ในช่วง ตั้งแต่ .013 ถึง .923 และโดยส่วนใหญ่มีทิศทางเป็นบวก และเมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ในองค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ พบว่า มีความสัมพันธ์กันสูงถึงสูงมากในช่วง .881 ถึง .923 ดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลสมการโครงสร้าง

ตัวแปรสังเกตได้	1	2	3	4	5	6	M (SD)
1. การอธิบายปรากฏการณ์วิทย์ (exp)	1						430.98 (90.56)
2. การออกแบบกระบวนการทางวิทย์ (des)	.898**	1					434.66 (94.73)
3. การแปลความข้อมูลวิทย์ (int)	.923**	.881**	1				434.73 (87.86)
4. ความยึดมั่นผูกพันในกิจกรรมวิทย์ (eng)	.338**	.343**	.328**	1			14.75 (2.32)
5. ความสนุกในการเรียนรู้วิทย์ (joy)	.191**	.175**	.187**	.311**	1		12.59 (1.66)
6. การเรียนแบบสืบสอบ (ibl) [aggregate]	.013	.031**	.024*	-.076**	-.143**	1	15.03 (1.85)

หมายเหตุ: * $p < .05$, ** $p < .001$, การแปลความหมายสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใช้เกณฑ์ของ Hinkle et al. (2003)

ตอนที่ 2 โมเดลของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่มีความสนุกในการเรียนรู้เป็นตัวแปรส่งผ่านแบบพหุระดับ ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intra-Class Correlation: ICC) ของตัวแปรสังเกตได้ในระดับนักเรียน ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความเหมาะสมของการวิเคราะห์พหุระดับ พบว่า มีค่าตั้งแต่ .093 - .457 ซึ่งเกิน .05 ในทุกตัวแปร แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในระดับนักเรียนมีความผันแปรเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับได้ สำหรับผลการวิเคราะห์โมเดลของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่มีความสนุกในการเรียนรู้เป็นตัวแปรส่งผ่านแบบพหุระดับ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีค่า $\chi^2 (10, N = 8249) = 47.663, p < .001, CFI = .998, RMSEA = .021, SRMR (within) = .007$ และ $SRMR (between) = .008$ ซึ่งผู้วิจัยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้องในภาพรวมสอดคล้องตามเกณฑ์ของ Hair et al.(2010)

ผลการวิเคราะห์ของโมเดลของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่มีความสนุกในการเรียนรู้เป็นตัวแปรส่งผ่านพหุระดับ ในระดับนักเรียน (ระดับที่ 1) โดยภาพรวมความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ และความสนุกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อธิบายการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้เพียงร้อยละ 8.6 เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานของโมเดลการวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าสูงมากตั้งแต่ .892 ถึง .955 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้เหล่านี้เป็นตัวแทนในการวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานมากที่สุดเท่ากับ .955 รองลงมา คือ ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .925 และ .892 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์อิทธิพลในรูปคะแนนมาตรฐานระหว่างตัวแปร พบว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางตรงในทิศทางบวกจากความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\beta = .058, p < .001$) และได้รับอิทธิพลทางอ้อมผ่านความสนุกในการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\beta = .081, p < .001$) นั่นคือความสนุกในการเรียนรู้มีบทบาทการส่งผ่านเพียงบางส่วน (Partial Mediation) จากความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปยังการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ อิทธิพลทางอ้อมมีค่าสูงกว่าอิทธิพลทางตรง สะท้อนว่า การที่นักเรียนมีความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ หากทำให้เกิดความสนุกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ร่วมด้วย จะทำให้นักเรียนมีระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าการที่ไม่เกิดความสนุกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แสดงดังตาราง 5 และภาพ 2

ผลการวิเคราะห์ของโมเดลของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่มีความสนุกในการเรียนรู้เป็นตัวแปรส่งผ่านพหุระดับ ในระดับโรงเรียน (ระดับที่ 2) ซึ่งเพิ่มตัวแปรการเรียนการสอนแบบสืบสอบในระดับโรงเรียนเข้ามาในการวิเคราะห์ พบว่า น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีค่าสูงมากอยู่ในช่วง .964 ถึง .985 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้เหล่านี้สะท้อนการวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้ดีมาก โดยด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานมากที่สุดเท่ากับ .985 รองลงมา คือ ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .979 และ .964 ตามลำดับ

ทั้งนี้ ความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนแบบสืบสอบ และความสนุกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกันอธิบายการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 58.5 โดยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางตรงจากความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\beta = .125, p = .246$) และได้รับอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางความสนุกในการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\beta = .571, p < .001$) นั่นคือ ความสนุกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีบทบาทการส่งผ่านแบบสมบูรณ์ (Full Mediation) จากความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปยังการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางตรงจากการเรียนการสอนแบบสืบสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\beta = .352, p < .001$) แต่อิทธิพลทางอ้อมผ่านทางความสนุกในการเรียนรู้ ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\beta = .119, p = .060$) นั่นคือ ความสนุกในการเรียนรู้ไม่ได้มีบทบาทเป็นตัวแปรส่งผ่านในความสัมพันธ์จากการเรียนการสอนแบบสืบสอบไปยังการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 5 และภาพ 2

ตาราง 5 ค่าอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมในโมเดลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่มีความสนุกในการเรียนรู้เป็นตัวแปรส่งผ่านแบบพหุระดับ

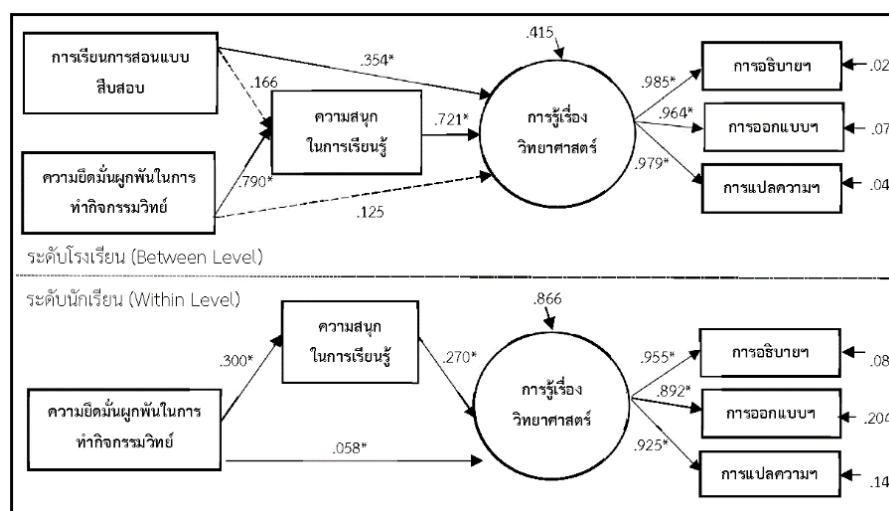
ตัวแปรผล	ระดับนักเรียน (level 1)						ระดับโรงเรียน (level 2)					
	joy			sci			joy			sci		
ตัวแปรเหตุ	DE	IE	TE	DE	IE	TE	DE	IE	TE	DE	IE	TE
eng	.300*	-	.300*	.058*	.081*	.139*	.790*	-	.790*	.125	.571*	.696*
	(.013)		(.013)	(.012)	(.005)	(.012)	(.077)		(.077)	(.108)	(.090)	(.079)
ibl	-	-	-	-	-	-	.166	-	.166	.352*	.119	.471
							(.088)		(.088)	(.076)	(.063)	(.070)
joy	-	-	-	.270*	-	.270*	-	-	-	.721*	-	.721*
				(.012)		(.012)				(.076)		(.076)

ดัชนีความสอดคล้อง: $\chi^2 (10, N = 8249) = 47.663, p < .001, CFI = .998, RMSEA = .021$ และ $SRMR_0 = .008$

ตัวแปร	exp	des	int	joy	sci (แฝง)	exp	des	int	joy	sci (แฝง)
R ²	.913	.796	.855	.090	.086	.971	.929	.959	.500	.585

หมายเหตุ: * $p < .05$ (ตัวเลขที่แสดงเป็นคะแนนมาตรฐาน), DE = อิทธิพลทางตรง, IE = อิทธิพลทางอ้อม, TE = อิทธิพลรวม

eng คือ ความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ibl คือ การเรียนการสอนแบบสืบสอบ joy คือ ความสนุกในการเรียนรู้ และ exp, des, int เป็นตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (sci)



หมายเหตุ: เส้นประ คือ อิทธิพลที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

$\chi^2 (10, N=8249) = 47.663, p < .001, CFI = .998, RMSEA = .021, SRMRw = .007$ และ $SRMRb = .008$

ภาพ 2 โมเดลการวิเคราะห์การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่มีความสนุกในการเรียนรู้เป็นตัวแปรส่งผ่านแบบพหุระดับ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้นำเสนอผลการวิจัยเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ผลการวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมของความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และผลการวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมของการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. อิทธิพลของความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ในระดับนักเรียน พบว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางตรงจากความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($\beta = .058, p < .001$) และได้รับอิทธิพลทางอ้อมผ่านความสนุกในการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($\beta = .081, p < .001$) นั่นคือ ความสนุกในการเรียนรู้มีบทบาทการส่งผ่านเพียงบางส่วน (Partial Mediation) ขณะที่ในระดับโรงเรียน พบว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางตรงจากความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\beta = .125, p = .246$) และได้รับอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางความสนุกในการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\beta = .571, p < .001$) นั่นคือ ความสนุกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีบทบาทการส่งผ่านแบบสมบูรณ์ (full mediation)

2. อิทธิพลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ในระดับโรงเรียน พบว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางตรงจากการเรียนการสอนแบบสืบสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\beta = .352, p < .001$) แต่อิทธิพลทางอ้อมผ่านทางความสนุกในการเรียนรู้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 ($\beta = .119, p = .060$) นั่นคือ ความสนุกในการเรียนรู้ไม่มีบทบาทเป็นตัวส่งผ่านในความสัมพันธ์จากการเรียนการสอนแบบสืบสอบไปยังการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลที่มีนัยสำคัญทางสถิติในระดับโรงเรียน พบว่า อิทธิพลทางอ้อมจากความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ผ่านความสนุกในการเรียนรู้ ($\beta = .571$) มีค่าสูงกว่าอิทธิพลทางตรงจากการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ($\beta = .352$)

อภิปรายผลการวิจัย

1. ในระดับนักเรียน พบว่า ความสนุกในการเรียนรู้มีบทบาทการส่งผ่านเพียงบางส่วน (Partial Mediation) จากความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปยังการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ทบทวนไว้ ซึ่งพบว่ามีทั้งอิทธิพลทางตรงและแต่ละเส้นทางในอิทธิพลทางอ้อม (Ainley & Ainley, 2011; Hampden-Thompson & Bennett, 2011; Mo et al., 2013) ทั้งนี้ อิทธิพลทางอ้อมมีค่าสูงกว่าอิทธิพลทางตรงเล็กน้อย สะท้อนว่าหากนักเรียนมีความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นทุนเดิมอยู่แล้ว จะช่วยทำให้นักเรียนมีความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงขึ้นเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pasana & Nuangchalem (2010) ขณะเดียวกันหากนักเรียนคนดังกล่าวเกิดความสุขในการเรียนรู้ร่วมด้วย จะทำให้นักเรียนมีความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงกว่าการที่นักเรียนไม่เกิดความสุขในการเรียนรู้ นอกจากนี้ ในระดับโรงเรียนเมื่อการเรียนการสอนแบบสืบสอบเข้ามาอยู่ในโมเดล จะได้ข้อค้นพบที่ต่างออกไปจากในระดับนักเรียนว่าความสนุกในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีบทบาทการส่งผ่านแบบสมบูรณ์ (Full Mediation) จากความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปยังการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ นั่นคือ การที่นักเรียนมีความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์จะไม่ส่งผลให้การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ต้องทำให้เกิดความสุขในการเรียนร่วมด้วย จึงจะทำให้การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นการเรียนที่ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ต้องใช้เวลามากกว่าการเรียนการสอนโดยทั่วไปที่ครูเน้นถ่ายทอดความรู้ รวมทั้งนักเรียนต้องมีส่วนร่วมและใช้พลังค่อนข้างมากกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ อาจทำให้นักเรียนเกิดความเหนื่อยล้ากับการเรียน (DiCarlo, 2009) ยังผลสู่การไม่มีทั้งเวลาและพลังให้กับความใฝ่รู้ในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง จึงทำให้การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่เป็นผลมาจากความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ต้องผ่านความสนุกในการเรียนรู้เสียก่อนจึงทำให้การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีความหมาย

2. ในระดับโรงเรียน พบว่า ความสนุกในการเรียนรู้ไม่มีบทบาทเป็นตัวส่งผ่านในความสัมพันธ์จากการเรียนการสอนแบบสืบสอบไปยังการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ การเรียนการสอนแบบสืบสอบส่งผลโดยตรงต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านความสนุกในการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะธรรมชาติของวิธีการสอนแบบสืบสอบที่เน้นให้ผู้เรียนได้ค้นหาความรู้ด้วยตัวเอง โดยผู้สอนทำหน้าที่แค่ตั้งคำถามให้คิดและทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกอยู่ห่างๆ ไม่ได้บอกเนื้อหาความรู้โดยตรง ทำให้ผู้เรียนต้องใช้สมองและพลังในการค้นหาความรู้ อีกทั้งธรรมชาติของมนุษย์ในการริเริ่มสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองเป็นเรื่องที่ยากลำบาก และเมื่อเกิดความลำบากทุกขี้อย่างไรก็ไม่ทำให้เกิดความสุขในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Murphy et al. (2007) ที่บ่งชี้ว่านักเรียนบางส่วนไม่ได้เกิดความสุขในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ นอกจากนี้ ยังพบว่าการเรียนการสอนแบบสืบสอบมีอิทธิพลทางตรงต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gormally et al. (2011) ทั้งนี้เป็นปกติของวิธีการสอนทุกรูปแบบที่ต้องทำให้ผู้เรียนมีความรู้ในเนื้อหาที่ได้เรียน แต่จะส่งผลมากหรือน้อยนั้นก็ขึ้นกับวิธีการสอนที่ครูนำมาใช้ อย่างไรก็ตาม การเรียนการสอนแม้จะมีผลโดยตรงต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ แต่ระดับอิทธิพลดังกล่าวก็ไม่ได้มีค่าสูงและที่สำคัญไม่ได้ช่วยทำให้นักเรียนเกิดความสุขในการเรียนรู้ ทำให้ครูที่ใช้การเรียนการสอนแบบสืบสอบอาจจะต้องปรับวิธีการสอนที่ช่วยทำให้นักเรียนเกิดความสุขในการเรียนรู้ เพราะเมื่อนักเรียนเกิดความสุขในการเรียนรู้จะมีผลโดยตรงอย่างมากต่อการรู้

เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจทำได้โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดเองเป็น การมอบหมายงานที่ใช้ในการเรียนการสอนแบบสืบสอบควรมีความยากที่เหมาะสมและมีจำนวนที่พอเหมาะ (DiCarlo, 2009; Seyed et al., 2019)

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การเรียนการสอนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ควรจัดกิจกรรม ใช้เทคนิค หรือเลือกรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างให้นักเรียนเกิดความสุขในการเรียนรู้ เพราะจะทำให้นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ที่ดีกว่าการเรียนการสอนที่ไม่เกิดความสุขในการเรียนรู้ นอกจากนี้ การใช้วิธีการสอนแบบสืบสอบเพียงอย่างเดียวอาจไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ควรใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรม หรือวิธีการสอนอื่นที่สร้างให้เกิดความสุขในการเรียน เนื่องจากอิทธิพลทางตรงจากความสุขในการเรียนไปยังการรู้วิทยาศาสตร์ค่อนข้างสูง

1.2 หากผู้ปกครองส่งเสริมให้ลูกมีความยึดมั่นผูกพันในการทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ควรให้เขาทำกิจกรรมที่ช่วยให้เกิดความสุขในการเรียนรู้ เพราะเมื่อนักเรียนเกิดความสุขในการเรียนรู้ร่วมด้วยจะทำให้มีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่สูงกว่ากิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดความสุขในการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากการศึกษานี้จำกัดเฉพาะตัวแปรเพียง 4 ตัว แต่ในความเป็นจริงนั้นมีตัวแปรอื่นที่เป็นเหตุและผลของตัวแปรทั้ง 4 ตัวในงานวิจัยนี้ การวิจัยครั้งต่อไปนี้อาจศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรอื่น เช่น การสนับสนุนจากครู การให้ข้อมูลป้อนกลับของครู เพื่อให้ได้สารสนเทศได้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

2.2 การศึกษานี้สนใจเฉพาะตัวแปรในบริบทที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษากับบริบทในวิชาอื่น หรือทำการวิจัยเชิงคุณภาพในบริบทวิทยาศาสตร์ว่าให้ผลที่สอดคล้องเหมือนเดิมหรือไม่ เพื่อเป็นการยืนยันข้อค้นพบที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้

References

- Ainley, M., & Ainley, J. (2011). Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students' continuing interest in learning about science. *Psychology*, 36(1), 4-12.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.08.001>
- Benjaphalapom, K., Chanunan, S., & Klamtet, J. (2018). An action research for enhancing scientific literacy by using problem-based learning on stoichiometry for 10th grade students. *Journal of Education Naresuan University*, 22(3), 12-24. [in Thai]
- Dachakupt, P., & Yindeesuk, P. (2014). *The 21st century teaching and learning*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- DiCarlo, S. E. (2009). Too much content, not enough thinking, and too little fun! *Advances in Physiology Education*, 33, 257-264.
- Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B., & Armstrong, N. (2011). Lessons learned about implementing an inquiry-based curriculum in a college biology laboratory classroom. *Journal of College Science Teaching*, 40(3), 45-51.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall.

- Hampden-Thompson, G., & Bennett, J. (2011). Science teaching and learning activities and students' engagement in science. *International Journal of Science Education*, 35(8), 1325-1343.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.608093>
- Hinkle, D. E., Wiersma, W., & Jurs, S. G. (2003). *Applied statistics for the behavioral sciences*. Boston, Mass: Houghton Mifflin.
- Hwang, G. J., Wu, P. H., Zhuang Y. Y., & Huang, Y. M. (2011). Effects of the inquiry-based mobile learning model on the cognitive load and learning achievement of students. *Interactive Learning Environments*, 21(4), 338-354.
- Khemmani, T. (2008). *Teaching's philosophy: Knowledge for effective teaching* (7th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Litmanen, T., Lonku, K., Inkinen, M., Lipponen, L., & Hakkarainen, K. (2012). Capturing teacher students' emotional experiences in context: does inquiry-based learning make a difference? *Instructional Science*, 40, 1083-1101. <https://doi.org/10.1007/s11251-011-9203-4>
- Maxwell, D. O., Lambeth, D. T., & Cox, J. T. (2015). Effects of using inquiry-based learning on science achievement for fifth-grade students. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 16(1), 21-51.
- Mo, Y., Singh, K., & Chang, M. (2013). Opportunity to learn and student engagement: A HLM study on eighth grade science achievement. *Educational Research for Policy and Practice*, 12, 3-19.
<https://doi.org/10.1007/s10671-011-9126-5>
- Murphy, C., Beggs, J., Carlisle, K., & Greenwood, J. (2007). Students as 'catalysts' in the classroom: The impact of co-teaching between science student teachers and primary classroom teachers on children's enjoyment and learning of science. *International Journal of Science Education*, 26(8), 1023-1035.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2017). *PISA 2015 technical report*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Pasana, M., & Nuangchalermp, P. (2010). Learning outcomes of project-based and inquiry-based learning Activities. *Journal of Social Science*, 6(2), 252-255.
- Seyed, A. H., Nader, K., Fateh, H., & Bashir, M. (2019). The effect of inquiry-based learning method on achievement emotions of elementary students in science course. *Training & Learning Researches (Daneshvar Raftar)*, 16(1), 51-64.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2016). *PISA 2015 student assessment Framework*. Bangkok: Advance Printing Publisher. [in Thai]