



วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและการสุ่มตัวอย่างประชากร

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ม.๑, ม.๒, ม.๓.๒ และ ม.๓.๓ ในเขตจังหวัดปทุมธานี ประจำปีการศึกษา ๒๕๒๒ วิธีการสุ่มตัวอย่างประชากรดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้คือ ขั้นแรกสุ่มโรงเรียนจากจำนวนโรงเรียนทั้งหมดที่เปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและประเภทศึกษาได้มา ๓ โรงเรียนคือ โรงเรียนคลองหลวงวิทยาคม อยู่ในเขตอำเภอคลองหลวง โรงเรียนชัยบุรี อยู่ในเขตอำเภอชัยบุรี และโรงเรียนหนองเสือวิทยาคม อยู่ในเขตอำเภอหนองเสือ ขั้นต่อไป สุ่มห้องเรียนจากระดับชั้นเรียนจนครบทุกระดับชั้น ระดับชั้นละ ๑ ห้องเรียน และชั้นสุดท้ายสุ่มจำนวนนักเรียนจากบัญชีรายชื่อประจำชั้นเรียนห้องละ ๑๐ คน โดยแยกเป็นนักเรียนชาย ๕ คน นักเรียนหญิง ๕ คน ตัวอย่างประชากรทั้งหมดมีจำนวน ๑๒๐ คน เป็นนักเรียนชาย ๖๐ คน นักเรียนหญิง ๖๐ คน จาก ๓ โรงเรียน โรงเรียนละ ๔๐ คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ชุดการทดลอง ๒ ชุด

๑. ชุดการทดลองการสมมูลย์ของคาน ใช้ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญา ในด้านปฏิบัติการทางความคิดเกี่ยวกับสัดส่วน (Proportional Reasoning)
๒. ชุดการทดลองการแกว่งแบบลูกตุ้มนาฬิกา ใช้ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญา ปฏิบัติการทางความคิดเกี่ยวกับการแยกและคุมตัวแปร (Separation and Control of variables)

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดของเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหนังสือและเอกสารต่าง ๆ โดยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของชุดการทดลองว่าต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง ชุดการทดลองแต่ละชุดมีขั้นตอนในการใช้อย่างไร ตลอดจนศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเกณฑ์ในการประเมินผลการจัดระดับพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็นขั้นต่าง ๆ ควบคู่กัน หลังจากนั้นจึงได้สร้างชุดการทดลองและออกแบบฟอร์มสำหรับบันทึกรายละเอียดต่าง ๆ ของนักเรียนที่จะใช้เป็นตัวอย่างประชากรพร้อมทั้งคำถามที่จะใช้ในการสัมภาษณ์และใช้บันทึกผลการสัมภาษณ์ เสร็จแล้วได้นำเสนอต่ออาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความแมนตรง (Validity) ของเครื่องมือ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่โรงเรียนบางปะอิน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อศึกษาขอบเขตของต่าง ๆ ของการสัมภาษณ์และปัญหาอื่น ๆ เพื่อจะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไป โดยทดลองกับนักเรียน ๒๔ คน ในระดับชั้น ม.๑, ม.๒, ม.ศ.๒, และ ม.ศ.๓ และเพื่อทราบว่าในการสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละคนใช้เวลานานเท่าใด เพื่อให้ประโยชน์ในการติดต่อและนัดวันเวลากับโรงเรียนต่าง ๆ ของตัวอย่างประชากรของการวิจัยต่อไป

ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

๑. ชุดการทดลองการแกว่งแบบลูกตุ้มนาฬิกา

ความมุ่งหมาย : เพื่อศึกษาระดับพัฒนาการทางสติปัญญาในด้านการปฏิบัติการทางความคิดเกี่ยวกับการแยกแยะคุณสมบัติ

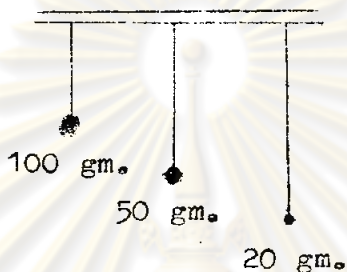
อุปกรณ์ : เชือกขนาดเล็ก ทุมน้ำหนักขนาด ๒๐ กรัม, ๕๐ กรัม, ๑๐๐ กรัม

ทฤษฎี : การแกว่งแบบลูกตุ้มนาฬิกา ตัวแปรต่าง ๆ ที่น่าจะมีผลต่อความถี่ของการแกว่ง (Frequency of oscillation) น้ำหนักของลูกตุ้ม ความยาวเชือก แรงผลัก และตำแหน่งที่ปล่อยลูกตุ้ม ในการทดลองนักเรียนจะต้องแสดงให้เห็นว่า ความยาวของเชือกเท่านั้นที่มีผลต่อความถี่ของการแกว่ง การที่จะได้คำตอบ เด็กจะต้องใช้ปฏิบัติการทางความคิด ศึกษาผลของตัวแปรแต่ละตัวให้ได้และดำเนินการทดลองอย่างมี

ระบบ ถ้าจะศึกษาผลของตัวแปรโคโให้แปรค่าตัวแปรนั้น ขณะเดียวกันก็คงที่ตัวแปรอื่น ๆ ไว้

วิธีปฏิบัติ

๑. แหวนค้ำน้ำหนักทั้ง ๓ ไว้บนคานดังรูป



๒. ผลักค้ำน้ำหนักทั้ง ๓ ด้วยแรงที่แตกต่างกัน แล้วถามว่า ค้ำน้ำหนักอันไหนแกว่งเร็วที่สุด (ความถี่มากที่สุด) อันไหนช้าที่สุด ทำไมค้ำน้ำหนักทั้ง ๓ จึงแกว่งเร็วไม่เท่ากัน (เป็นการถามเกี่ยวกับตัวแปรต่าง ๆ ที่น่าจะมีผลต่อความถี่ของการแกว่ง)

๓. หลังจากที่ไต่ตัวแปรต่าง ๆ มาแล้ว ให้นักเรียนได้ทดสอบผลของตัวแปรเหล่านั้น เพื่อเป็นการตรวจสอบคำตอบว่าถูกตองหรือไม่ จากเส้นเชือก ๑ เส้นและค้ำน้ำหนักทั้ง ๓ ลักษณะของคำถามเป็นดังนี้ จะทราบได้อย่างไรว่า แรงผลักดันมีผลต่อความถี่ของการแกว่ง (ความถี่) ของค้ำน้ำหนัก ลองทดลองให้ครูดูซิ? แล้วความยาวเชือก ล่ะ? น้ำหนักล่ะ? แรงผลักดันล่ะ? ในขั้นที่ ๓ นี้ผู้สัมภาษณ์จะคอยสังเกตและจดบันทึกวิธีการทดลองของนักเรียนไว้ว่าทำอะไร และทำอย่างไร

๔. ให้นักเรียนสรุปว่าความถี่ของการแกว่งขึ้นอยู่กับตัวแปรใด
เกณฑ์ในการประเมินผลการทดลอง

๑. ขั้นตอนปฏิบัติการโดยอาศัยกฎเกณฑ์ สามารถกำจัดตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องออกไปได้อย่างมีระบบ (Systematically eliminate the irrelevant Variable)
 เสนอพิสูจน์ได้ว่า ความยาวเชือกมีผลต่อความถี่ของการแกว่ง โดยแปรค่าความยาวโดยให้ น้ำหนักของลูกค้ำคั่งที่ และสรุปว่าความยาวของ เชือกเท่านั้นที่มีผลต่อความถี่ของการแกว่ง

๒. ชั้นปฏิบัติการโดยอาศัยของจริง อาจสรุปคำตอบที่ถูกตอ้งได้เช่นกัน แต่
ยังขาดความเป็นระบบในการควบคุมตัวแปร เช่นการแปรค่าตัวแปร ๒ ตัวพร้อม ๆ กัน

๓. ชั้นกอนคิดหาเหตุผล การทดลองดำเนินไปอย่างไรจุดหมาย

๒. ชุดการทดลองการสมคูลยของคาน

ความมุ่งหมาย : เพื่อศึกษาระดับพัฒนาการทางสติปัญญาในคานปฏิบัติการทาง
ความคิดเกี่ยวกับสัดส่วน

อุปกรณ์ : ตุ่มน้ำหนัก และไม้เมตร

ทฤษฎี : คานจะอยู่ในสภาวะสมคูลยได้จากผลคูณระหว่างน้ำหนักและระยะ
ทางจากจุดหมุนที่แขนทั้งสองข้างของคานเท่านั้น นั่นคือ ถ้าคานสมคูลย $L \times W = L' \times W'$
เมื่อ W คือน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักซึ่งอยู่ห่างจากจุดหมุน L และ W' คือน้ำหนักของน้ำหนัก
อีกอันหนึ่งที่อยู่ที่แขนอีกข้างหนึ่งของคานและอยู่ห่างจากจุดหมุน L' ในการทดลองเกี่ยวกับ
เรื่องนี้ นักเรียนจะได้พบการสมคูลยในรูปแบบต่าง ๆ และใช้ความคิดเพื่อสร้างขอสรุปและ
เงื่อนไขของการสมคูลยของคานให้ได้

วิธีปฏิบัติ

การสัมภาษณ์และการทดลองดำเนินไปในลักษณะดังนี้ ผู้สัมภาษณ์ใช้น้ำหนัก
ที่เท่ากันถ่วงที่แขนทั้งสองข้างของคาน โดยให้ทางจากจุดหมุนเท่ากัน คานอยู่ในลักษณะ
สมคูลย หลังจากนั้นปลดน้ำหนักที่แขนข้างหนึ่งของคานออกไป พร้อมกับจับคานเอาไว้ให้
คานวางตัวอยู่ในแนวนอนตามเดิม แล้วถามว่า ถ้าจะใส่กอนน้ำหนักที่มีอยู่ ถ่วงให้คาน
สมคูลยโดยไม่ตอ้งใช้มือจับจะทำอย่างไร เมื่อนักเรียนทำให้คานสมคูลยได้แล้ว ให้นักเรียน
ได้สังเกตเงื่อนไขของการสมคูลย ทำการทดลองในลักษณะนี้หลาย ๆ ครั้ง โดยเปลี่ยน
ตำแหน่งและจำนวนของลูกตุ้ม ในตอนแรก ๆ นักเรียนอาจทำให้คานสมคูลยโดยการเคาะตุ้ม
หลังจากที่ได้ทดลองหลาย ๆ ครั้งจนทราบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและระยะทางแล้ว
นักเรียนจะใช้เวลาทดลองน้อยลงหรือสามารถคาดคะเนการทำให้คานสมคูลยได้โดยไม่ต้อง
ทดลอง เช่น ถ้ากำหนดน้ำหนักให้สามารถที่จะคาดคะเนได้ว่าตอ้งแขวนน้ำหนักไ้ห่าง
จากจุดหมุนเท่าใด หรือถ้าบอกระยะทางจากจุดหมุนให้ก็สามารถคาดคะเนส่วนน้ำหนักได้
ถูกต้อง ในกรณีเช่นนี้แสดงว่าเด็กได้ค้นพบกฎของสัดส่วนแล้ว

เกณฑ์ในการประเมินผลการทดลอง

๑. ชั้นปฏิบัติการโดยอาศัยกฎเกณฑ์ ค้นพบความสัมพันธ์ที่ว่า $L \times W = L' \times W'$
 ๒. ชั้นปฏิบัติการโดยอาศัยของจริง สามารถทำให้คนสมคูลย์ได้ แต่ไม่สามารถสรุปออกมาเป็นกฎ $L \times W = L' \times W'$ ได้
- ชั้นก่อนคิดหาเหตุผล ไม่สามารถทำให้คนสมคูลย์ได้ การทดลองเป็นแบบลองผิดลองถูก ไม่มีระบบและไร้อุบาย

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมการสัมภาษณ์ (Piagetian interview activity) ประกอบกับชุดการทดลองการสมคูลย์ของคนและชุดการทดลองการวางแผนลูกตุ้มนาฬิกา หลักการของการสัมภาษณ์ใช้การตั้งคำถามให้นักเรียนเป็นผู้ตอบ และให้โอกาสทดลองเพื่อยืนยันคำตอบ หนึ่งในวิธีการสัมภาษณ์ไม่ได้กำหนดเวลาตายตัว ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้สัมภาษณ์ ถ้าเห็นว่านักเรียนไม่สามารถตอบคำถามหรือคิดต่อไปได้อีกแล้ว การสัมภาษณ์ก็จะสิ้นสุดลงเพียงเท่านั้น และผู้สัมภาษณ์พยายามสร้างบรรยากาศของการสัมภาษณ์ให้เป็นกันเอง เพื่อให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

๑. นำข้อมูลมาแจกแจงลงในตารางต่าง ๆ ดังนี้
 - ก. ตารางแสดงจำนวนนักเรียน เมื่อจำแนกตามระดับอายุและระดับพัฒนาการทางสติปัญญาในแต่ละด้าน
 - ข. ตารางแสดงจำนวนนักเรียน เมื่อจำแนกตามระดับชั้นเรียนและระดับพัฒนาการทางสติปัญญาในแต่ละด้าน
 - ค. ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับพัฒนาการทางสติปัญญาในด้านปฏิบัติการทางความคิดเกี่ยวกับสัดส่วน และปฏิบัติการทางความคิดเกี่ยวกับการแยกและคุมตัวแปร

๒. จากตารางในข้อ ก ข และ ค วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สูตร

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

ซึ่ง

O_{ij} = Observed frequency

E_{ij} = Expected frequency

r = จำนวนแถว

k = จำนวนคอลัมน์

df = $(r-1)(k-1)$ ¹

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

¹Sidney, Siegel, Nonparametric Statistics for The Behavioral Science (New York : Mc Graw Hill Book Company Inc. 1956) : p.104.