

***USO DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS
PARA DESCRIBIR LA PERCEPCIÓN DE
LOS NIÑOS SOBRE SU AMBIENTE DE
APRENDIZAJE EN LAS CLASES DE
“PEQUEÑOS CIENTÍFICOS”***

Trabajo de Tesis

Carolina Lega Gutiérrez

Departamento de Matemáticas

Facultad de Ciencias

Universidad de los Andes

Agosto de 2.006

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mi familia, especialmente a mi papá por ser un apoyo incondicional en cada uno de los proyectos que he realizado a lo largo de mi vida y a mis hermanos por ser la mejor compañía en este largo camino que es crecer. También lo dedico a mi novio por ser mi mejor complemento.

Agradecimientos

A Cristina Carulla, por el apoyo brindado para la realización de este trabajo con sus ideas, correcciones y aportes.

A Diego Escobar, por aclarar todas mis dudas en estadística y por creer en mí.

A Andrés Molano, por toda la colaboración brindada en la obtención de los datos.

Contenido

<i>Contenido</i>	4
<i>Introducción</i>	5
<i>Capítulo 1: ¿Qué aspectos son importantes para el programa “Pequeños Científicos”?</i> 6	
Consolidación	7
Cobertura	12
Calidad	14
¿Cuáles son las ideas detrás de “Pequeños Científicos”?.....	15
<i>Capítulo 2: ¿Cómo perciben los niños las clases de “Pequeños Científicos”?</i>	19
Naturaleza y Descripción de los Datos	19
Riesgos a la validez	20
Metodología y Resultados	20
Índices de Participación, Cooperación y Comunicación.....	24
Análisis de Conglomerados	27
<i>Capítulo 3: Conclusiones</i>	34
<i>Capítulo 4: Recomendaciones</i>	36
<i>Referencias Bibliográficas</i>	37
<i>Anexos</i>	39
Descripción Estadística de los datos	39
Marco Teórico Estadístico	58
Naturaleza de los Datos	58
Estadística Descriptiva	59
Estimación.....	61
Pruebas de Hipótesis.....	63
Análisis de Datos Categóricos.....	64
Análisis Multivariado.....	67
Definición de los Índices por valores y Roles	70

Introducción

Como seres humanos siempre estamos indagando y estudiando nuestro entorno, tanto en lo físico como en lo social, y tenemos la capacidad de influir sobre éste. Por ello, necesitamos contar con herramientas como la Estadística que nos permitan medir dicha influencia, y para ello, es importante conocer sus fundamentos con el fin de poder aplicarla correctamente a casos particulares. Un caso interesante es estudiar el impacto que pueden tener proyectos de carácter social que difícilmente se asocian a procesos matemáticos dada la influencia directa del comportamiento humano, pero que requieren de una evaluación para ser mejorados, modificados, o expandidos en un entorno mayor, entre otras muchas posibilidades de acción que se presentan como retos a quienes los idean y concretan.

La Universidad de los Andes, en compañía de Liceo Francés Louis Pasteur y Maloka iniciaron en el año 2000 un proyecto dirigido a mejorar la calidad de la educación en ciencias en los niveles de Básica Primaria, conocido como “Pequeños Científicos”, al que posteriormente se unieron la Asociación Alianza Educativa, la Academia de Ciencias Colombiana y la Embajada de Francia en Colombia. Dicho programa busca influir en el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y ciudadanas de niños y niñas de los cursos de Básica Primaria, mediante la apropiación por parte de maestros de secuencias de aprendizaje de las ciencias basadas en la indagación científica de diferentes temáticas y diseñadas por científicos y pedagogos norteamericanos. Se espera que los niños aprendan al experimentar y reflexionar sobre lo realizado y los resultados, cambiando el formato tradicional de aprendizaje de “memoria” por un formato más práctico y participativo. Para tal fin, el proyecto ofrece talleres a docentes, visitas a clase y asesorías a instituciones escolares que pretenden incidir directamente en el ambiente de aprendizaje en dicha clase.

Este proyecto muestra entonces varios niveles de acción: instituciones, docentes y alumnos, siendo estos últimos el objetivo final al que se quiere llegar. Así, todos los niveles requieren de un sistema de evaluación integrado para conocer lo que se ha logrado avanzar, lo que falla y lo que falta en la construcción de los valores necesarios para llegar a formar las competencias ciudadanas en los niños planteadas desde los objetivos del proyecto. Pero para realizar dicha evaluación de una manera objetiva y científica debemos tener en cuenta las herramientas que nos brinda la Estadística y que se basan en la indagación científica que sustenta la propuesta de enseñanza en cada una de las clases de ciencias propuestas por “Pequeños Científicos”.

Este trabajo de grado busca poner un granito de arena en el gran trabajo de evaluar el proyecto “Pequeños Científicos”, a través de la descripción estadística sobre la percepción que tienen los niños frente al ambiente en el cual ellos aprenden, específicamente en las clases participantes del programa pertenecientes a la Alianza Educativa. Así, a continuación se realiza primero una contextualización sobre el programa, como funciona, quienes participan, que actividades se realizan y otros aspectos que lo componen, para luego enfocarse en el trabajo estadístico que busca estudiar específicamente la percepción de los niños sobre el ambiente de aprendizaje durante las clases de “Pequeños Científicos”, tal y como ya se había planteado.

Capítulo 1: ¿Qué aspectos son importantes para el programa “Pequeños Científicos”?

Como es descrito en su página de Internet “El programa *Pequeños Científicos* tiene como objetivo promover y contribuir al mejoramiento de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la tecnología de los niños, niñas y jóvenes colombianos. A través de procesos de indagación guiada en el aula, trabajo cooperativo, estrategias de aseguramiento de calidad y ampliación de cobertura, el programa desarrolla competencias científicas y tecnológicas, habilidades de comunicación y valores ciudadanos.”¹

Para elaborar un sistema de evaluación que integre cada uno de los aspectos relevantes del programa se hace necesario entonces medir algunos factores importantes que permitan la construcción de una serie de indicadores que faciliten dicha evaluación y el realizar las correcciones necesarias para continuar la labor de mejorar el programa. El programa ha diseñado un sistema de evaluación que pretende dar cuenta tanto de su proceso como de sus resultados en tres dimensiones: calidad (en los procesos de formación de docentes, la formación de los niños y niñas), cobertura (cantidad de niños a los que el proyecto está llegando) y consolidación (Estabilidad y sostenibilidad del proyecto en el tiempo). Además, estos indicadores también son necesarios como herramientas para mostrar resultados a los diferentes agentes que apoyan el proyecto: empresas privadas, universidades, alcaldías, etc.

Dado que los niños son el fin último del programa “Pequeños Científicos”, uno de los objetivos al evaluar la calidad del programa debe estar dirigido a observar la percepción que ellos tienen sobre las clases y que incluye aspectos como la participación de cada uno de los niños durante la clase, la calidad de la comunicación durante la misma, el desarrollo de un espíritu investigativo en los niños, el trabajo en grupo basado en el respeto y la disciplina, en pocas palabras, se busca analizar el ambiente de aprendizaje que los niños perciben y cómo mejorarlo, dado que un ambiente adecuado facilita el aprendizaje. Por ello, intentaremos responder específicamente a lo largo de este trabajo cómo evaluar la calidad desde la perspectiva de los niños, dejando de lado aspectos no menos relevantes como la cobertura del programa y su crecimiento a nuevas regiones e instituciones del país o la consolidación del programa a nivel nacional, regional o institucional.

¹ <http://pequenoscientificos.uniandes.edu.co/>

Para poder determinar dicha percepción, se utilizarán datos recolectados de la Alianza Educativa, dado que la encuesta piloto sobre la evaluación que hacen los niños sobre el ambiente de aprendizaje (EVA_10_01) fue aplicada allí y que la Alianza, presenta un nivel de apropiación del programa tanto de sus alumnos como de sus docentes y directivas que permitirían reducir errores en el estudio estadístico por incomprensión de las bases y logística que “Pequeños Científicos” tiene. Estos datos fueron obtenidos a través de una encuesta realizada en el grado cuarto en tres de los cinco colegios pertenecientes a la Alianza Educativa durante los meses de febrero y marzo de este año.

Para poder entender un poco más sobre el contexto que gira alrededor de “Pequeños Científicos”, a continuación se presenta una descripción sobre cada uno de los ejes de acción que articulan el programa y que son *Consolidación*, *Cobertura* y *Calidad*², pero no se debe olvidar que el objetivo de este trabajo es estudiar cómo los niños participantes perciben su ambiente de aprendizaje, luego, se busca profundizar en uno de los aspectos que integran el eje de Calidad específicamente.

Consolidación

Es importante que cada institución logre apropiarse del programa “Pequeños Científicos” para que el éxito de éste sea mayor al no depender de una sola persona sino de toda una comunidad para garantizar la continuidad del programa. Además, se hace necesario un compromiso institucional que incluya a rectores, coordinadores, docentes y alumnos, dado que todos estos agentes son parte activa en el proyecto.

Por ejemplo, en los cinco colegios de la Alianza, el currículo del área de ciencias en primaria se trabaja a partir de los módulos de “Pequeños Científicos” con el fin de garantizar la participación de todos sus niños, docentes y directivos en el programa, según lo afirma María Lucrecia Díaz³, coordinadora académica de la Alianza, mientras que otras instituciones dejan esta decisión en manos de los profesores, lo que demuestra un nivel de compromiso menor desde los directivos, pasando por los maestros que deciden no aplicar el programa, y por supuesto, por los niños que no participan por decisión de sus maestros y no de ellos mismos.

Para medir la consolidación del programa en las diferentes instituciones, “Pequeños Científicos” cuenta con un registro de las visitas a los colegios, la asistencia de los profesores a los talleres y los niños inscritos en el programa, entre otros datos de interés. Además, la información referente a cobertura se vuelve importante debido a que hay que tener en cuenta que el proceso de consolidación en cada una de las instituciones va de la mano con la cobertura que se pueda lograr en cada una de ellas, siendo el ideal un 100% de los niños que se encuentran en primaria en dichas instituciones.

² Para más información sobre los ejes de acción del programa “Pequeños científicos” puede consultarse la página de Internet oficial <http://pequenoscientificos.uniandes.edu.co/>

³ Entrevista realizada en la ciudad de Bogotá el día 27 de Marzo de 2.006 en las oficinas del La Alianza Educativa

En la Tabla 1: Consolidación Pequeños Científicos en los colegios distritales, se puede apreciar una estadística sobre la consolidación del programa en las instituciones distritales, específicamente en lo que se refiere a la asistencia que tienen los profesores a los distintos talleres. Esta estadística puede parecer exagerada a primera vista, pero hay que tener en cuenta la posible existencia de errores en la información debido a dificultades para controlar la información, ya sea por el tiempo contabilizado (desde que cada institución inicia hasta el 2.005), fallas en los horarios debido a que hay profesores que trabajan en las tardes y otros en las mañanas minando la total asistencia de cada uno de ellos o por problemas logísticos como olvidar anotar la asistencia de uno o varios profesores, llenar mal las planillas o por incluir dificultades experimentadas en un comienzo que han sido superadas más adelante. Además, aunque al parecer la participación de las instituciones distritales ha sido en promedio 1 año, la moda es de 0 lo que implica que la mayoría de las instituciones aún se encuentra en el proceso de apropiación e instalación del programa alterando la información que se tiene de consolidación como un dato global.

Tabla 1: Consolidación Pequeños Científicos en los colegios distritales

No.	INSTITUCION	ASIST. PROF.	ANO INICIO	ULTMO ANO	TIEMPOTOTAL	No. PROF.
1	I.E.D Compartir Recuerdo	45%	2002	2006	4	7
2	I.E.D Gran Yomasa	30%	2002	2003	1	5
3	I.E.D Villemar El Carmen	51%	2002	2005	3	10
4	I.E.D Isabel II	0%	2003	2003	0	
5	I.E.D Paraiso Mirador	0%	2003	2003	0	
6	I.E.D San Rafael	33%	2003	2006	3	6
7	I.E.D Santa Martha	0%	2003	2006	3	
8	I.E.D Unión Europea	22%	2003	2006	3	4
9	I.E.D Cortijo Vianey	0%	2003	2003	0	
10	I.E.D Antonio Villavicencio	10%	2004	2006	2	6
11	I.E.D El Japón	50%	2004	2006	2	8
12	I.E.D Fabio Lozano Simonelli	18%	2004	2006	2	3
13	I.E.D La Chucua	49%	2004	2006	2	4
14	I.E.D Las Américas	70%	2004	2006	2	17
15	I.E.D Marco Fidel Suárez	57%	2004	2005	1	5
16	I.E.D Miguel de Cervantes	10%	2004	2006	2	
17	I.E.D Robert F. Kennedy	56%	2004	2006	2	6
18	I.E.D Ciudad de Bogotá	72%	2005	2005	0	
19	I.E.D La Victoria	40%	2005	2005	0	
20	I.E.D Menorah	78%	2005	2006	1	6
21	I.E.D Plan Canteras	85%	2005	2005	0	6
22	I.E.D Santa Inés	90%	2005	2005	0	7
23	I.E.D Usaquén	79%	2005	2005	0	7
24	I.E.D Republica de Bolivia		2006	2006	0	
25	I.E.D Dario Echandia		2006	2006	0	
26	I.E.D La estancia		2006	2006	0	
	MEDIA	41%	2004	2005	1	7
	MEDIANA	45%	2004	2006	1	6
	MODA	0%	2004	2006	0	6
	VARIANZA	9%	1,44	1,16	1,64	10,36
	D. ESTANDAR	30%	1,20	1,08	1,28	3,22

Fuente: “Pequeños Científicos”, datos consolidados hasta el 2.005

Responsable: Andrés Molano

Para el caso de las 27 instituciones distritales que se encuentran en el proyecto, dado que la participación depende del compromiso de cada rector y de la disponibilidad de los docentes, tanto en tiempo para asistir a los talleres como en disponibilidad para aplicar lo aprendido en ellos durante sus clases, podemos decir que el nivel de consolidación se ve seriamente comprometido por varios factores. En primer lugar, el nivel de asistencia de los docentes a los talleres se encuentra restringida por sus horarios, siendo en promedio menor del 50% lo que dificulta un adecuado aprendizaje de los esquemas implementados por el proyecto de “Pequeños Científicos” a pesar de observar en la Tabla 1: Consolidación Pequeños Científicos en los colegios distritales, que la mayoría de las instituciones llevan entre uno y dos años participando en el programa.

En segundo lugar, dada la rotación de los docentes, que ocurre en general en el Distrito Capital para los diferentes centros educativos, se dificulta la continuidad del proceso de consolidación del programa desde sus más pequeñas células que son las aulas de clase, pues para el año 2.005 fueron ejecutados 2.270 procesos de traslado de docentes en los colegios públicos de Bogotá y fueron nombrados como docentes provisionales a 3.580 docentes.⁴

En cuanto a los materiales y los módulos utilizados tanto por las instituciones distritales como por los cinco colegios de la Alianza Educativa y el Liceo Francés Louis Pasteur, encontramos que el proyecto cuenta con los 17 módulos mencionados en la Tabla 2: Módulos aplicados por grado en Pequeños Científicos, que pretenden cubrir el currículo establecido por el Ministerio de Educación y con las exigencias, para el caso de Bogotá, de la Secretaría Distrital de Educación. Aun así, existen temas como “El sistema Solar”, que todavía no se tienen establecidos dentro de los módulos y que, en los colegios donde la clase de “Pequeños Científicos” es la misma clase de Ciencias, son cubiertos en otras asignaturas como Ciencias Sociales o Historia, tal y como ocurre en las Instituciones Distritales de Educación Argelia, Jaime Garzón, La Giralda, Miravalle y Santiago Atalayas, entre otras.

Para la realización de los módulos se requiere de una “Maletas” de trabajo, las cuales han sido diseñadas para que contengan el material necesario para realizar cada práctica según el tema. En términos generales se observa en la Tabla 3: Materiales, maletas entregadas según módulo de trabajo para el 2.005 en Bogotá, que por cada Módulo a trabajar se entrega una Maleta a cada Institución, pero no todas las Instituciones cuentan con el material adecuado y suficiente para trabajar todos los módulos, pues en promedio reciben de seis a siete módulos, lo que hace que tenga que ser los docentes y/o rectores quienes se ideen la forma de conseguir los recursos físicos para poder realizar los trabajos.

⁴Fuente: BOGOTÁ, SECRETARÍA DE EDUCACIÓN. Informe de Rendición de Cuentas 2.005 Documento Temático Sector Educación. [Documento en línea][consultado 24 de abril de 2.006]. Disponible en http://www.sedbogota.edu.co/secretaria/export/SED/seceducacion/documentos/Informe_Rendicion_Cuentas_2005.pdf

Tabla 2: Módulos aplicados por grado en Pequeños Científicos

<i>Módulo</i>	<i>Grado 0º</i>	<i>Grado 1º</i>	<i>Grado 2º</i>	<i>Grado 3º</i>	<i>Grado 4º</i>	<i>Grado 5º</i>	<i>Grado 6º</i>
1. Cinco Sentidos	X						
2. Los otros y yo	X	X					
3. Seres Vivos		X	X				
4. Bolas y Rampas		X					
5. Cosas que Crecen			X				
6. Sonido			X				
7. Hábitats				X			
8. Líquidos				X			
9. Cambios de Estado					X		
10. Huesos y Esqueletos					X		
11. Leyendo el Medio Ambiente					X		
12. Pdvos Misteriosos						X	
13. Cuerpo Humano						X	
14. Circuitos						X	
15. Estructuras						X	X
16. Nada se Pierde							X
17. Circuitos Bachillerato							X

Fuente: “Pequeños Científicos”, datos hasta Febrero de 2005

Además, vemos que, al comparar esta información con la Tabla 4: Módulos de trabajo entregados, Bogotá 2005, podría existir un faltante en los materiales pues en promedio cada Institución Educativa recibe 11 módulos para ser trabajados por los niños en clase. Claro que hay que tener en cuenta que algunas de las maletas pudieron haber sido entregadas en años anteriores según la antigüedad de cada institución en el programa o pueden ser compartidas por varias instituciones cuya ubicación geográfica lo permite, para reducir así la relación costo beneficio de aplicar el programa en zonas con dificultades en sus ingresos monetarios⁵. En otras palabras, no podemos comparar directamente el número de módulos trabajados con los materiales recibidos, pues, la forma de trabajo de “Pequeños Científicos”, busca asegurar que a cada institución se le entregue el material de cada módulo y éste puede ser utilizado varias veces según las necesidades de los colegios.

⁵ CARULLA, Cristina y DUQUE, Mauricio. “Pequeños Científicos: Método para la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria”. IDEASS: Innovación para el desarrollo y la cooperación Sur-Sur, Boletín divulgativo PUD

Tabla 3: Materiales, maletas entregadas según módulo de trabajo para el 2.005 en Bogotá

	5 Sentidos	Los Otros y Yo	Seres Vivos	Bolas y Rampas	Cosas que Crecen	Sonido	Hábitat	Líquidos	Cambios de Estado	Huesos y Esqueletos	Leyendo el Medio Ambiente	Polvos Misteriosos	Cuerpo Humano	Circuitos	Estructuras	Nada se Pierde	Circuitos Bachillerato	TOTAL Maletas Dadas
Media	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	6
M/ana	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	7
Moda	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	7
Varianza	0.11	0.07	0.11	0.18	0.00	0.26	0.07	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.24	0.15	0.41	0.24	0.00	6.17
D. Est.	0.33	0.27	0.33	0.43	0.00	0.51	0.27	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.49	0.39	0.64	0.49	0.00	2.48

Fuente: "Pequeños Científicos", datos hasta el 2.005

Responsable: Andrés Molano

Tabla 4: Módulos de trabajo entregados, Bogotá 2.005

	5 Sentidos	Los Otro y Yo	Seres Vivos	Bolas y Rampas	Cosas que Crecen	Sonido	Hábitat	Líquidos	Cambios de Estado	Huesos y Esqueletos	Leyendo el Medio Ambiente	Polvos Misteriosos	Cuerpo Humano	Circuitos	Estructuras	Nada se Pierde	Circuitos Bachillerato	TOTAL Módulos Dados
Media	5	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	2	0	0	11
Mediana	6	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	9
Moda	6	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
Varianza	12.35	0.30	0.00	1.70	0.66	1.23	0.23	0.24	0.00	0.00	0.00	0.24	1.21	0.04	0.76	0.00	0.00	55.70
D. Est	3.51	0.55	0.00	1.30	0.81	1.11	0.48	0.49	0.00	0.00	0.00	0.49	1.10	0.20	0.87	0.00	0.00	7.46

Fuente: “Pequeños Científicos”, datos hasta el 2.005

Responsable: Andrés Molano

En resumen, podemos decir que el proceso de consolidación del programa en cada institución depende de la antigüedad en el programa en la institución y de los docentes como participantes y la disposición de directivas y docentes frente a todos los aspectos del programa (talleres, visitas, módulos, materiales, evaluaciones, etc.). Además, lo importante al momento de evaluar la consolidación de “Pequeños Científicos” es que se pueda observar que este eje mejora y no que empieza bien en cada institución, porque se debe dar un tiempo de apropiación suficiente mientras se inicia el programa en un colegio o para un docente nuevo.

Cobertura

El programa “Pequeños Científicos” ha estado funcionando desde el año 2000, ampliando su cobertura a nuevos núcleos de trabajo en las distintas regiones y a nuevas instituciones educativas en Bogotá, pero no siempre es posible garantizar que un niño participe en el programa desde que entra al nivel de Básica Primaria hasta que sale, dado que, como se dijo anteriormente, muchas de las instituciones dejan la decisión de utilizar o no los módulos durante las clases en manos de los profesores. Adicionalmente, dada la alta rotación que tienen los docentes de los colegios distritales no es posible garantizar que los maestros que han recibido los talleres continúen en la institución, reduciendo la efectividad del programa al tener que volver a empezar de cero la formación del nuevo docente si esto es posible.

Otro factor relevante en la cobertura del programa es la rotación que tienen los niños en las diferentes instituciones públicas educativas, la cual depende de la Secretaría Distrital de Educación para el caso de Bogotá, y que se sale de las manos de quienes dirigen e implementan el programa.

En el caso de la Alianza Educativa, es de carácter obligatorio, en los cinco colegios que la conforman, que los docentes asistan a los talleres de “Pequeños Científicos” y utilicen las herramientas que les brinda el programa para la realización de sus clases de ciencias. Así, el alto compromiso institucional permite una cobertura del 100% a los 3.328 niños allí matriculados entre los grados 0° a 5° (el detalle de esta cifra se encuentra en la Tabla 5: Cobertura Alianza Educativa 2.006), incluso, ya se están incluyendo los grados 6° y 7° según María Lucrecia Díaz, coordinadora académica de la Alianza Educativa.

Tabla 5: Cobertura Alianza Educativa 2.006

ASOCIACION ALIANZA EDUCATIVA						
ESTADÍSTICO ALUMNOS MATRICULADOS A FEBRERO 28 DE 2006						
GRADO	COLEGIO					TOTAL
	Jaime Garzón	Argelia	Atayayas	La Giralda	Miravalle	
Cero	80	83	80	119	87	449
Primero	121	122	123	119	121	606
Segundo	120	119	120	120	118	597
Tercero	120	116	121	80	118	555
Cuarto	120	120	120	80	121	561
Quinto	120	118	120	80	122	560
TOTAL	<i>681</i>	<i>678</i>	<i>684</i>	<i>598</i>	<i>687</i>	<i>3328</i>

Fuente: Asociación Alianza Educativa

Responsable: María Lucrecia Díaz

Adicionalmente, el programa ha venido ampliándose por fuera de Bogotá en nuevos núcleos de trabajo apoyados por universidades y empresas de cada una de las regiones, entre las que se encuentran Medellín, Cali, Bucaramanga, Ibagué y Manizales, para el 2.005. Para este mismo año se encontraban inscritos ya en el programa 15.930 niños en todos los núcleos de trabajo según la contabilidad llevada por los responsables del programa.

Tabla 6: Cobertura de Instituciones Pequeños Científicos- Octubre de 2.006

CIUDAD	PUBLICOS		PRIVADOS	
	CLASES	ESCUELAS	CLASES	ESCUELAS
Bogotá	200	23	32	5
Manizales	40	10	4	2
Ibagué	33	8	15	3
Medellín	6	5	40	16
Cali			103	10
Bucaramanga			4	1
TOTAL	279	53	198	37

Fuente: Pequeños Científicos

Calidad

Hoy en día y ante las grandes exigencias del mundo por encontrar personas capaces de crear nuevas tecnologías y conocimientos, se hace necesario que la educación desempeñe un papel fundamental en la adquisición de dichas capacidades en los niños y jóvenes. Por eso se debe garantizar que todos ellos tengan la oportunidad de estudiar y que los parámetros de enseñanza sean los más adecuados, enfocándose en el siglo XXI y en los últimos conocimientos desarrollados por la generación actual, en pocas palabras, se debe buscar tener la mejor calidad en la educación sin importar en qué parte del mundo se encuentren los niños y jóvenes, pues a la larga, serán ellos los investigadores y creadores del mañana.

Anteriormente, el proceso que se tenía en las aulas para el aprendizaje se basaba en la obtención de información de memoria y se dejaba de lado un aspecto importante para un futuro científico: el análisis. Hoy en día, se han desarrollado varias teorías sobre el proceso de aprendizaje, lo que ha involucrado aspectos como el ambiente en el que éste se desarrolla, el método bajo el cual se aprende, la motivación por la que se aprende y las competencias desarrolladas en los alumnos entre otros.

Para el caso de “Pequeños científicos”, el proceso de aprendizaje de las ciencias debe basarse en la metodología misma de su desarrollo, es decir, en el método científico a través del cual los niños, tras observar un fenómeno de la realidad, proponen sus propias hipótesis, experimentan, observan y concluyen sobre lo que han aprendido. Todo esto requieren, entonces, alejarse del método de aprendizaje por “memoria” de nuestros padres e involucrarse a través de la práctica con la realidad para construir un conocimiento sobre ésta.

En la Tabla 7: Estándares mínimos de calidad de Pequeños Científicos, vemos que el proyecto tiene en sí mismo definidos una serie de estándares mínimos a través de los cuales se busca obtener y mantener un cierto grado de calidad en el desarrollo de las clases que permita la construcción de valores científicos en los niños participantes. Estos estándares están enfocados al comportamiento de los niños durante las clases, la actitud de los docentes durante las mismas, los mecanismos de seguimiento y la ampliación a otros aspectos de la vida académica y cotidiana.

Para evaluar dichos requerimientos “Pequeños Científicos” ha venido realizando un proceso de registro de información basado en visitas a las clases, entrevistas con los profesores, rectores y coordinadores académicos de las diferentes instituciones participantes y encuestas a niños, docentes y todas las personas involucradas en el proyecto.⁶

⁶ Cabe aclarar que, aunque estos son los parámetros generales de evaluación que tiene el programa “Pequeños Científicos”, no son los parámetros específicos con los que más adelante se analizará la percepción de los niños sobre su ambiente de aprendizaje, pues este análisis se basará en valores y roles explicados con más detalle en su momento.

Tabla 7: Estándares mínimos de calidad de Pequeños Científicos

<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Los niños y jóvenes observan un fenómeno real, complejo, manipulan, proponen hipótesis, experimentan, observan, confrontan sus hipótesis contra los resultados, proponen conclusiones.</i> 2. <i>Mientras los niños y jóvenes realizan esta labor de experimentación, argumentan, razonan, discuten entre ellos, construyen conocimiento.</i> 3. <i>Las actividades propuestas se enmarcan en un trabajo autónomo de los estudiantes en grupos, en el marco de aprendizaje cooperativo.</i> 4. <i>El maestro organiza las experiencias en secuencias y sesiones en forma concatenada, progresiva y continua guiando a los estudiantes en un proceso de indagación.</i> 5. <i>Continuidad e intensidad en el trabajo de los estudiantes, buscando que se realicen al menos dos sesiones de ciencias por semana.</i> 6. <i>Los estudiantes se van apropiando de nociones y conceptos en forma progresiva, mientras consolidan habilidades de comunicación.</i> 7. <i>Manejo de un registro escrito con los resultados, observaciones, conclusiones y reflexiones llevado autónomamente por cada estudiante.</i> 8. <i>Socialización de la ciencia, involucrando a las familias en la práctica. La actividad se complementa con clubes de ciencia, proyectos, visitas a museos de ciencia.</i> 9. <i>Los maestros configuran equipos de trabajo al interior de cada escuela para reflexionar sobre la práctica y buscar estrategias apropiadas de desarrollo.</i> 10. <i>Se produce transferencia de la propuesta por parte del maestro a otras asignaturas a su cargo y por parte de los estudiantes a lenguaje, matemáticas y en otras áreas.</i>

Fuente: “Pequeños Científicos”

Después de describir los ejes de trabajo de “Pequeños Científicos”, se hace necesario entender cuál es la ideología bajo la cual se trabaja y cuales son los principios que sustentan la búsqueda de la calidad tanto en las clases de ciencias, como en los talleres con los docentes, las visitas a los colegios y el trabajo con las directivas de cada institución, por ello, a continuación se describen las ideas que sustentan este programa y que le dan el carácter único de trabajar por el aprendizaje y para el aprendizaje de niños y niñas.

¿Cuáles son las ideas detrás de “Pequeños Científicos”?

Muchos han sido los sistemas de educación que se han implantado en el mundo y los fundamentos que los sustentan han sido de diversas índoles, dependiendo de la cultura a la que se pertenezca y al espacio temporal en el que se esté, pero la finalidad de la educación ha sido y debe ser siempre encaminada a formar seres humanos aptos para la vida individual y social.⁷

⁷ BETANCOURT, Julián. La popularización de la ciencia y la tecnología. Retos para el siglo XXI, Museo de la ciencia y el juego, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia 2.006

En los años sesentas y setentas, la forma de encaminar la enseñanza de las ciencias se basaba directamente en los pasos del método científico, de tal forma que los alumnos seguían secuencialmente una serie de pasos. Ya en los años ochentas se crea la conciencia de la importancia en la calidad de lo que se enseña de acuerdo a los nuevos y variados avances que se vienen dando en los diferentes campos científicos. Esto da lugar a diversas metodologías de enseñanza. A partir de los noventas se empiezan a incluir características de los alumnos en el proceso de aprendizaje pues se da una individualización en dicho proceso haciendo a los alumnos artífices y protagonistas de la construcción de su propio conocimiento basándose en el conocimiento adquirido en experiencias anteriores.⁸ Hoy en día, las sociedades occidentales, incluyendo la colombiana, exigen personas capaces de participar en un sistema democrático y de utilizar tecnología de punta para solucionar las diferentes situaciones problemáticas que se van presentando. De allí la necesidad de encontrar un sistema de educación sostenible que permita formar valores ciudadanos mientras se inculcan conceptos científicos y se desarrollan capacidades para generar nuevos conocimientos en cada uno de los niños que participan en el programa.

Desafortunadamente, la visión del científico empeñado en lograr nuevos conocimientos ya no es aceptada por los jóvenes como un ideal de vida, lo que ha generado, según estudios realizados por la UNESCO, un descenso en la cantidad de egresados de las facultades de ciencias tanto en los países desarrollados como en los países en vía de desarrollo. Además, una de las causas en este cambio de visión sobre las ciencias es que hoy en día las clases se basan más en los libros que en la experiencia práctica con la naturaleza y el contacto directo con el mundo real haciendo que se forme una idea aburrida y abstracta de esta disciplina.

Así, “Pequeños Científicos” busca sustentar su modelo educativo en un modelo progresista a través del cual cada uno de los alumnos perciba su aprendizaje como un proceso propio y natural e involucre sus vivencias en la formación de los conocimientos y que estos a su vez, sean involucrados a sus vidas como personas, ciudadanos y seres humanos.⁹ En pocas palabras, se involucran el aprendizaje de las ciencias y el desarrollo de habilidades con la formación de valores ciudadanos a través de la experiencia, para conformar un conocimiento que contenga tanto un carácter individual como uno social. Pero, ¿qué significa formar en valores? En el campo pedagógico se refiere a crear condiciones que faciliten el proceso de aprendizaje dentro de ciertos valores, el cual no se debe limitar a preparar un tema específico sino que debe buscar incluir también una formación social e individual que lleve a los alumnos a que aprendan a construir por sí mismos sus propios conocimientos y a apropiarse de ellos para utilizarlos en su vida cotidiana. Por ello, es importante la participación no solo de los niños y docentes, sino también de las instituciones educativas, como entorno en el que se desarrollan las clases; los padres de familia, como educadores principales de sus propios hijos; la comunidad científica, como creadora y protectora del conocimiento, y la sociedad en general, como lugar de aplicación de los conocimientos adquiridos.¹⁰

⁸ Esta descripción sobre las tendencias de la educación en ciencias es hecha por Paixao y Cachapuz (1.999) para el sistema educativo portugués, pero no está lejos de describir las preocupaciones de los países latinoamericanos en este tema.

⁹ Las ideas sobre pedagogía basada en la práctica son desarrolladas dentro de la pedagogía progresista por John Dewey a través de su experiencia como docente y en varias obras escritas entre las que se encuentra “Democracy and Education: an introduction to the philosophy of education”

¹⁰ Esta fue la idea general del proyecto francés “la man à la pâte”

Pequeños Científicos no sólo ha pretendido la formación en valores, sino que ha hecho énfasis en los valores ciudadanos, dentro de estos valores se encuentran: respetarse a sí mismo y a los demás, entendiendo las posibles diferencias que puedan existir; trabajar cooperativamente con sus compañeros respetando el trabajo de los demás; resolviendo pacíficamente los posibles problemas y buscando mejorar las condiciones de convivencia democrática y tolerancia, generar opiniones propias y respetar las de los demás, sin importar si se está o no de acuerdo; cuidar a la naturaleza entendiendo sus principios y reglas y aprender los derechos del niño que lo favorecen y protegen.

Así, se busca desarrollar competencias ciudadanas que incluyen aspectos cognitivos, emocionales y comunicativos, dentro de los cuales podemos encontrar el intercambio de conocimiento por medio de sesiones de discusión y de la formación y consolidación de una opinión propia y colectiva frente a cada tema, el manejo de sus propias emociones y la identificación de lo que sienten los demás a través del diálogo y el respeto y el desarrollo de habilidades para relacionarse con sus compañeros respetando las posibles diferencias desde un ángulo democrático y participativo. En resumen se busca mejorar el trabajo cooperativo, la opinión y argumentación, la postura y manejo de los niños frente al error, la participación democrática y las relaciones profesor alumno y entre los mismos alumnos.

Por todo lo anterior, la metodología se basa en la misma curiosidad que los niños van desarrollando en cada uno de los temas a medida que van experimentando, para lo cual, el docente utiliza las preguntas que ellos se hacen para guiarlos a sacar sus propias conclusiones, las cuales deben ser escritas por los niños en una bitácora de trabajo y explicadas a sus compañeros, ayudándolos también a mejorar su expresión escrita y oral, todo esto enmarcado dentro de un proceso ordenado y constructivo.

Para el desarrollo de las prácticas se cuenta con unas maletas de trabajo que contienen todo el material necesario para realizar las tareas encomendadas de la mejor manera posible, pero teniendo siempre presente que el niño es quien realiza los experimentos, así, sus materiales son cotidianos para los alumnos. También, el docente cuenta con un módulo que le es entregado previamente a partir del cual se le indica cómo preparar sus clases, qué preguntas hacer y la actividad experimental a realizar de acuerdo al tema. Por otro lado, en Colombia y en otros países subdesarrollados, el presupuesto disponible para la educación es reducido, por lo cual el dinero es un obstáculo importante que “Pequeños Científicos” debe sortear para ser sostenible en el tiempo. Afortunadamente, el sector empresarial es consciente de la necesidad de generar conocimiento y tecnología a futuro para su propio desarrollo y ha patrocinado parte del programa.

Además, los convenios con la Secretaría de Educación, el Ministerio de Educación y Maloka han permitido obtener recursos para continuar el programa y han brindado apoyo para su funcionamiento. “Pequeños Científicos” ha adaptado, entonces, la metodología francesa “la main à la pâte” (traduce *aprendiendo haciendo* y es el programa desarrollado por los franceses para cambiar el sistema educativo de aprendizaje de memoria por práctica) a las condiciones cotidianas de Colombia, creando maletas con materiales de trabajo económicos, fáciles de encontrar y completos; capacitando a los docentes y comprometiendo a las directivas de las instituciones educativas.

Otra idea importante en el desarrollo de las clases de “Pequeños Científicos” es el desarrollo del trabajo cooperativo, donde cada niño tiene la oportunidad de desempeñar un papel diferente pero no menos importante que el de sus demás compañeros. Esta faceta social del conocimiento busca reforzar los valores antes mencionados en el contexto de un grupo de trabajo organizado, lo que Piaget plantea como el proceso del aprendizaje del conocimiento social convencional (reglas de comportamiento social) y no convencional (nociones sociales)¹¹

¹¹ Jean Piaget (1896-1980), psicólogo francés que argumentó tres tipos de conocimiento entrelazados entre sí: conocimiento físico, relacionado con los objetos del mundo natural y se aprende por la manipulación de los mismos; el conocimiento lógico matemático, derivado de la abstracción de conceptos de la realidad y se adquiere al relacionar experiencias; y el conocimiento social, el cual es un conocimiento arbitrario basado en el consenso social y se adquiere al compartir con otras personas. Así, a través del conocimiento lógico matemático se van modificando y entrelazando los esquemas adquiridos a través del conocimiento físico y social mientras que éste último permite compartir los conocimientos adquiridos con los demás.

Capítulo 2: ¿Cómo perciben los niños las clases de “Pequeños Científicos”?

Normalmente, cuando se evalúan programas de educación en básica primaria se tienen en cuenta los resultados académicos, la opinión de los docentes sobre las clases y los niños, el punto de vista de los rectores y directivas antes y después de implementar el proyecto, los costos monetarios, etc. Pero pocas veces se tiene en cuenta la percepción de los niños, quienes son, en últimas, los receptores y beneficiarios directos. Además, si un programa busca hacer partícipes a los niños de su propio proceso de aprendizaje, ¿por qué el programa no puede hacer partícipes a los niños también de su propio proceso de consolidación? Por eso, para “Pequeños Científicos” es importante contar con lo que ellos piensan y sienten sobre las clases, la metodología, los materiales, los docentes y todos los aspectos envuelven este proyecto en particular.

Naturaleza y Descripción de los Datos

Los datos para realizar este estudio estadístico sobre la percepción de las clases de “Pequeños Científicos” por parte de los niños fueron tomados a través de una encuesta hecha en tres instituciones de la Alianza Educativa para el grado cuarto a un total de 117 niños encuestados, que estudian en colegios que siguen las mismas políticas educativas y el mismo currículo académico al ser manejados de forma central por directivos de la Alianza Educativa.

La escala que se manejó al aplicar la encuesta fue de 1 a 5, donde 1 significa *nunca*, 2 *casi nunca*, 3 *algunas veces*, 4 *casi siempre* y 5 *siempre*, aunque en algunas preguntas la escala fue invertida para facilitar la comprensión de las preguntas para los niños. Para el análisis de los datos, en cambio, se tomaron solo tres categorías uniando 1 y 2, *nunca o casi nunca* (-1), por una parte, 3, *algunas veces* (0), por otra parte y finalmente 4 y 5, *siempre o casi siempre* (1).

En el grupo de niños donde se realizó la encuesta encontramos que la mitad son hombres y la otra mitad mujeres, además, la mayoría de los niños están en el rango de 8 a 10 años y los que tienen más de 10 años todos son hombres, por lo que podría pensarse que tienen tendencia a dominar el grupo, entorpeciendo la calidad en la comunicación de los demás miembros.

Tabla 8: Distribución de las Edades y el Género de los niños estudiados

Edad \ Sexo	M	F	Total
8	7	4	11
9	34	41	75
10	10	11	21
11	2	1	3
12	1	0	1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	1	0	1
Total	55	57	112

Fuente: PEQUEÑOS CIENTÍFICOS. Encuesta Ambiente de Aprendizaje, Colegios de la Alianza, 2.005

Riesgos a la validez

Se pueden encontrar dentro de las fuentes de sesgos y errores en la evaluación del ambiente de aprendizaje hecha por los niños de la Alianza a la forma como se redactaron las preguntas, dado que la interpretación de la prueba piloto puede variar con pruebas hechas posteriormente por haber escrito las preguntas en forma diferente; a los cambios en la escala de evaluación, que para algunos niños pudo haber facilitado la interpretación de las preguntas, mientras que para otros pudo haber sido motivo de confusiones; a la muestra de niños seleccionada, dado que todos pertenecen al mismo grado, por lo cual deberían trabajar los mismos módulos, utilizar los mismos materiales y generar el mismo nivel de aprendizaje de los temas en lo posible.

Metodología y Resultados

Lo primero que se puede analizar a partir de la encuesta, por medio de tablas de contingencia, son las interrelaciones entre los distintos aspectos que intervienen en el aula de clase, por ello, un primer aspecto que puede percibir cada niño durante el desarrollo de la clase es que tanto interés muestra cada persona frente a lo que ellos mismos están aportando (Tabla 9: Interés de los diferentes agentes participantes en la clase hacia lo que dicen o hacen cada uno de los niños percibida por parte del niño), especialmente cuando sigue un proceso de construcción del conocimiento a través de la indagación, dado que si no se sienten valorados es posible que se frenen en futuras oportunidades. Así, encontramos que casi el 9% de los niños evaluados piensan que el profesor no tiene en cuenta lo que ellos dicen, mientras que aproximadamente el 21% piensan que esto solo ocurre a veces y el 70% piensan que si ocurre y que es lo normal durante la clase.

En el momento de evaluar el interés de sus compañeros, la mayoría (53.64%) piensan que sus compañeros respetan su opinión al tener en cuenta lo que dicen, mientras que solo el 18% piensa que esto casi nunca ocurre. Similarmente, los niños pudieron evaluar su propio interés hacia la clase y se encontró que el 12% prefiere no hacer preguntas sobre lo que observa, el 32% solo lo hace de vez en cuando y el 56% lo hace frecuentemente. Esto nos plantea el interrogante de los motivos que llevan a los niños a tal abstinencia, dentro de los que no solo podríamos contar la falta de interés sino también factores como la timidez, la burla de los demás ó la forma como el profesor implementa la innovación pedagógica, entre otros.

Algo preocupante que se encontró en el grupo de estudio es que el 52% de los niños se sienten cohibidos para realizar preguntas, el 21% sienten que solo pueden preguntar de vez en cuando y el 27% lo puede hacer constantemente. Un aspecto que puede estar influyendo en ello sería la burla, pues el 78% de los niños reconocen que se burlan de sus compañeros cuando ellos se equivocan y el 59% sienten que sus compañeros se burlan cuando son ellos quienes se equivocan. (Tabla 11: Comportamiento percibido por los niños de los diferentes agentes dentro de la clase).

Tabla 9: Interés de los diferentes agentes participantes en la clase hacia lo que dicen o hacen cada uno de los niños percibida por parte del niño que realiza la evaluación.

<i>Mis compañeros tienen en cuenta lo que yo digo</i>	<i>El profesor tiene en cuenta lo que yo digo</i>	<i>Yo hago preguntas sobre lo que observo</i>			<i>Total</i>
		<i>Nunca</i>	<i>A veces</i>	<i>Siempre</i>	
<i>Nunca</i>	<i>Nunca</i>	0	0	2	2
	<i>A veces</i>	2	2	4	8
	<i>Siempre</i>	0	5	5	10
	Total	2	7	11	20
<i>A veces</i>	<i>Nunca</i>	1	1	2	4
	<i>A veces</i>	2	1	3	6
	<i>Siempre</i>	1	8	12	21
	Total	4	10	17	31
<i>Siempre</i>	<i>Nunca</i>	0	2	2	4
	<i>A veces</i>	3	0	6	9
	<i>Siempre</i>	4	16	26	46
	Total	7	18	34	59
Total		13	35	62	110

Fuente: PEQUENOS CIENTIFICOS. Encuesta Ambiente de Aprendizaje, Colegios de la Alianza, 2.005
***Tabla de Contingencia donde se muestran las frecuencias desagregadas por pregunta exduyendo las respuestas en blanco.**

En la construcción de valores ciudadanos es tan importante saber trabajar en grupo respetando las diferencias existentes frente a los demás y apoyándose en el conocimiento que los demás puedan aportarle a cada uno de los niños, como desarrollar capacidades de aprendizaje propias que le permitan al niño seguir desarrollando conocimientos por sus propios medios. Así, en la Tabla 10: Relación entre el trabajo en grupo y el aprendizaje, vemos que ellos mismo perciben que entre quienes logran, por lo general, aprender solos el 71.43% lo hacen porque se sienten solos al momento de desarrollar alguna tarea, mientras que entre quienes no se sienten solos el 55% logran aprender por sí mismos, mostrando que es posible aprender a trabajar en grupo y solo según las necesidades de cada actividad.

Tabla 10: Relación entre el trabajo en grupo y el aprendizaje

Me siento solo	Aprendo Solo			Total
	Nunca	A veces	Siempre	
Nunca	7	2	11	20
A veces	1	2	11	14
Siempre	17	13	55	85
Total	25	17	77	119

Fuente: PEQUENOS CIENTIFICOS. Encuesta Ambiente de Aprendizaje, Colegios de la Alianza, 2.005

Sería importante comparar con salones de clase donde no se aplique el programa para analizar hasta qué punto el proyecto logra mejorar el interés de cada agente participante hacia la clase a través de los distintos aspectos que intervienen en ello.

Tabla 11: Comportamiento percibido por los niños de los diferentes agentes dentro de la clase

No me dejan preguntar	Cuando me equivoco mis compañeros se burlan de mí	Si me equivoco el profesor dice cual es la respuesta	Me burlo de mis compañeros cuando se equivocan			Total
			Nunca	A veces	Siempre	
Nunca	Nunca	Nunca	1	1	4	6
		A veces	0	1	2	3
		Siempre	1	0	1	2
		Total	2	2	7	11
	A veces	Nunca	1	0	3	4
		A veces	0	4	0	4
		Siempre	0	0	1	1
		Total	1	4	4	9
	Siempre	Nunca	1	0	25	26
		A veces	0	0	5	5
		Siempre	0	0	5	5
		Total	1	0	35	36
Total			4	6	46	56
A veces	Nunca	Nunca	0	1	3	4
		A veces	0	0	0	0
		Siempre	0	0	0	0
		Total	0	1	3	4
	A veces	Nunca	0	1	1	2
		A veces	0	0	2	2
		Siempre	0	0	0	0
		Total	0	1	3	4
	Siempre	Nunca	0	1	6	7
		A veces	0	0	5	5
		Siempre	0	0	2	2
		Total	0	1	13	14
Total			0	3	19	22
Siempre	Nunca	Nunca	1	0	2	3
		A veces	1	0	2	3
		Siempre	1	0	1	2
		Total	3	0	5	8
	A veces	Nunca	1	1	4	6
		A veces	1	0	0	1
		Siempre	0	0	1	1
		Total	2	1	5	8
	Siempre	Nunca	2	1	3	6
		A veces	0	0	5	5
		Siempre	1	0	1	2
		Total	3	1	9	13
Total			8	2	19	29
Total			12	11	84	107

Fuente: PEQUEÑOS CIENTÍFICOS. Encuesta Ambiente de Aprendizaje, Colegios de la Alianza, 2005

Índices de Participación, Cooperación y Comunicación

En el ambiente de aprendizaje, existen aspectos que se vuelven relevantes y que facilitan o dificultan este proceso, entre ellos podemos encontrar la *comunicación*, tanto entre los mismos alumnos como entre los alumnos y el profesor. Si las líneas de comunicación fallan, es posible que se perciban los contenidos erróneamente o que las preguntas hechas por los alumnos no sean totalmente comprendidas por el docente, haciendo que él mismo no pueda satisfacer las necesidades de conocimientos de sus alumnos. Así, una comunicación adecuada permite el desarrollo y perfeccionamiento de habilidades de expresión oral y escrita en los alumnos. Por otra parte, la *cooperación* permite desarrollar habilidades para trabajar en grupo, para acoplarse al trabajo de otros e incentivar valores ciudadanos como el respeto, la democracia y la tolerancia. Además, también se encuentra la *participación*, debido a que es más activo el aprendizaje que exige trabajar directamente sobre los contenidos desde la realidad, generando preguntas, ensayando, equivocándose y volviendo a ensayar hasta que los conceptos que se adquieren tengan coherencia con lo que se observa en la realidad.

Dada la importancia de estos tres aspectos en el desarrollo de un adecuado ambiente que facilite el aprendizaje, se busca realizar una evaluación de cada uno de ellos desde el punto de vista de los niños. Para ello se necesita encontrar una medida asignada por cada niño a participación, comunicación y cooperación, lo cual se hace por medio de la construcción de un índice de cada uno de estos aspectos, que luego puede ser estudiado a nivel grupal.

Para construir los índices que nos permitan evaluar la percepción de los niños frente a cada uno de estos aspectos se clasificaron las 32 preguntas en cada uno de los tres grupos dando la posibilidad de que una misma pregunta pueda estar en más de un grupo. Luego, por individuo se promediaron las respuestas de tal forma que una respuesta positiva acerca el índice a uno, una respuesta regular no lo afecta pero tampoco lo ayuda y una respuesta negativa aleja el índice de uno volviéndolo incluso negativo. Así, tenemos un rango de -1 a 1 para cada índice y entre más cercano a uno esté cada índice es mejor y entre más alejada la respuesta es menos favorable.

Como el índice calculado es por individuo, en la Tabla 12: Estadística Descriptiva Índices del Ambiente de Aprendizaje, vemos la descripción de los tres índices construidos para evaluar el ambiente de aprendizaje, además, está la descripción de otro grupo de índices, también individuales, a través de los cuales se pretende evaluar el papel de cada uno de los agentes participantes dentro de la clase: el profesor, los compañeros y cada uno de los alumnos.

Y finalmente, encontramos un último grupo de índices construidos a partir de los parámetros bajo los cuales Pequeños Científicos ha desarrollado la encuesta y que incluye Trabajo cooperativo, desarrollo y consolidación de la opinión, manejo y reacción frente al error, participación democrática y calidad en las relaciones profesor-alumno. Es importante aclarar que esta clasificación es totalmente excluyente con las preguntas, es decir, si alguna pregunta está ubicada en una de las categorías no puede estar en alguna de las otras, razón por la cual, al analizar las correlaciones vemos que internamente éstas son muy bajas dentro del grupo

Tabla 12: Estadística Descriptiva Índices del Ambiente de Aprendizaje

	Participación	Cooperación	Comunicación	Rol Profesor	Rol Otros	Rol Propio	Trabajo Cooperativo	Opinión	Error	Participación Democrática	Relación Prof-Alum
MEDIA	0,362	0,433	0,278	0,485	0,439	0,386	0,498	0,233	0,394	0,577	0,405
MEDIANA	0,360	0,500	0,250	0,429	0,455	0,421	0,500	0,200	0,429	0,500	0,400
MODA	0,320	0,500	0,143	0,429	0,545	0,316	0,750	0,300	0,429	1,000	0,400
VARIANZA	0,045	0,067	0,052	0,072	0,068	0,048	0,089	0,076	0,096	0,229	0,151
D. ESTANDAR	0,213	0,258	0,228	0,267	0,262	0,219	0,299	0,276	0,309	0,479	0,388

Fuente: PEQUEÑOS CIENTÍFICOS. Encuesta Ambiente de Aprendizaje, Colegios de la Alianza, 2.005

Algo curioso encontrado para el grupo estudiado de la Alianza es que la comunicación y la participación están muy relacionadas entre sí, dentro de la nueva categorización, como se esperaba, pero no ocurre lo mismo con la comunicación y la cooperación. En el caso de los roles evaluados por los niños, encontramos que el papel que desempeña cada niño tiene más relación con lo que hace el grupo de compañeros que con el profesor. Lo cual puede ser un reflejo del sistema de trabajo en donde el niño y su grupo observan, indagan, ensayan y aprenden dejando al docente como un guía y no como el protagonista de dicho proceso.

Al tratar de relacionar los grupos de índices (valores, roles y estándares de Pequeños Científicos) encontramos que el papel propio en el salón está altamente relacionado con la cooperación durante la elaboración de las distintas tareas de la clase, para el caso de los valores, mientras que el papel que desempeña el profesor es el menos relacionado con este valor. En el caso de la participación los niños sienten que tanto su papel como el de sus compañeros es muy importante, pero no relegan totalmente al profesor a un papel secundario o nulo, mientras que para la parte de comunicación perciben casi la misma importancia para el profesor, sus compañeros y para sí mismo.

Otro aspecto que no puede pasarse por alto es el hecho de que dentro de los índices de Pequeños Científicos no se encontró ninguna relación entre ellos, lo cual puede explicarse debido a que en su construcción cada grupo es mutuamente excluyente frente a las preguntas que incluyen o no de la encuesta hecha a los niños. Además, este grupo de índices tampoco presente mucha relación con los otros dos grupos de índices, así, solo el trabajo cooperativo definido por Pequeños Científicos tiene alguna relación con el rol propio evaluado por los niños, e igualmente, este índice se encuentra relacionado con el índice de cooperación hecho en la clasificación por valores, como era de esperarse dadas las similitudes en las preguntas que los componen. También se encontró que el índice de opinión creado por Pequeños Científicos incide sobre los índices de participación y comunicación en la clasificación por valores. Por su parte, los índices de Manejo del error, Participación democrática y Relación profesor alumno no presentan ninguna relación con los demás índices trabajados.

Tabla 13: Correlación entre las categorías encontradas al evaluar la percepción del ambiente de aprendizaje

	<i>Particip.</i>	<i>Cooper</i>	<i>Comun.</i>	<i>Rol Prof.</i>	<i>Rol Compa</i>	<i>Rol Prop.</i>	<i>Tab. Coop.</i>	<i>Opinión</i>	<i>Error</i>	<i>Part. Demos.</i>	<i>Rel. Prof-Alumn</i>
<i>Participación</i>	1										
<i>Cooperación</i>	0,689	1									
<i>Comunicación</i>	0,847	0,385	1								
<i>Roll Profesor</i>	0,587	0,350	0,577	1							
<i>Roll Compañeros</i>	0,763	0,700	0,568	0,369	1						
<i>Roll propio</i>	0,796	0,842	0,631	0,307	0,615	1					
<i>T. Cooperativo</i>	0,462	0,747	0,321	0,215	0,500	0,690	1				
<i>Opinión</i>	0,736	0,336	0,703	0,570	0,415	0,584	0,252	1			
<i>Error</i>	0,621	0,309	0,693	0,477	0,530	0,333	0,179	0,142	1		
<i>Part. Democ.</i>	0,296	0,498	0,228	0,146	0,533	0,498	0,209	0,136	0,169	1	
<i>Rel. Prof-Alum</i>	0,678	0,753	0,326	0,187	0,549	0,662	0,269	0,307	0,232	0,293	1

Fuente: PEQUEÑOS CIENTÍFICOS. Encuesta Ambiente de Aprendizaje, Colegios de la Alianza, 2005

También se realizó un Análisis de Varianza ANOVA, que nos permitiera constatar hasta qué punto las medias intragrupalas de los índices pueden ser iguales dado el tipo de agrupación que se realizó y se encontró que para los tres casos se rechaza la hipótesis nula, es decir, que cada una de las medias de cada uno de los índices es diferente a sus semejantes dentro de la misma clasificación. Luego, se quiso estudiar si era posible encontrar que a pesar de que una de las medias fuese diferente las demás fueran iguales entre sí para lo cual se utilizó el método descrito en el Tabla 15: Tukey.

Tabla 14: Prueba ANOVA por Categorías

	<i>CATEGORÍAS INCLUIDAS</i>	<i>F (α=0.05)</i>	<i>VALOR CRÍTICO</i>	<i>CRIT.</i>	<i>F (α=0.01)</i>	<i>VALOR CRÍTICO</i>	<i>CRIT.</i>
Por percepción de Valores	Participación Cooperación Comunicación	13.64754	3.02166	RECHAZA Ho.	13.64754	4.66665	RECHAZA Ho.
Por Rol Evaluado	Rol Profesor Rol del Grupo Rol Propio	4.871064	3.02166		4.87106	4.66665	
Por Estándares de Pequeños Científicos	Trab. Cooperat. Opinión Manejo Error Part. Democrat. Rel. Prof-Alum	14.53554	2.38729		14.53554	3.351628	

Ho. Todas las medias intragrupalas son iguales

Ha. alguna de las medias intragrupalas es diferente de las otras.

Fuente: PEQUEÑOS CIENTÍFICOS. Encuesta Ambiente de Aprendizaje, Colegios de la Alianza, 2005

Tabla 15: Tukey

TEST DE TUKEY

Método de comprobación de igualdad entre varias medias.

Si la hipótesis nula $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_g$ es rechazada, la prueba de Tukey permite identificar si es posible encontrar información adicional al comparar todos los grupos posibles de pares. Por ello, una primera condición para aplicar este procedimiento es tener los datos balanceados.

Primero se estiman las diferencias entre las medias de los grupos, luego se calcula la desviación típica según Tukey y, finalmente, se comparan con la tabla de Tukey para saber que diferencias son significativamente distintas para un α determinado.

$$Q_{k,r} = \frac{\max_{1 \leq i < j \leq k} |X_i - X_j|}{\sqrt{\mu_r / r}} \quad \text{con } X_1, X_2, \dots, X_k \sim N(0,1) \text{ y } \mu_r \sim \chi^2(r)$$

$$|\bar{Y}_r - \bar{Y}_k| > q_{1-\alpha, k, k(n-1)}$$

$$\alpha^* \leq \alpha \leq 1 - (1 - \alpha^*)^m \leq m\alpha^* \quad \text{con } m \geq 2$$

Por ejemplo, si el α^* inicial es de 0.005 y se quieren comparar las medias de $m=3$ grupos entonces el nivel de significancia cambia a α , la cual se calcula así

$$\alpha^* \leq \alpha \leq 1 - (1 - \alpha^*)^3 \leq 3\alpha^*$$

Fuente: Dufner/Jensen/Schumacher. Statistik mit SAS, Teubner Studienbücher Mathematik, 1.992

***Mirar resultados de las pruebas realizadas en SAS en los anexos.**

Análisis de Conglomerados

Para poder entender con mayor claridad cuales niños valoran mejor o peor cada uno de los índices antes estudiados (valores y roles), se planteó un análisis de conglomerados a partir de las características demográficas de la población de estudio: género, colegio al que pertenecen y edad. Esto se hizo para averiguar quienes están más o menos fuertes en cada uno de los aspectos evaluados por los niños en el ambiente de aprendizaje que fueron resumidos en los índices de participación, cooperación, comunicación, rol del profesor, rol de los compañeros y rol propio.¹²

Conglomeración por Género:

El Conglomerado 2 presenta una media muy inferior en cada uno de los índices comparados con los otros dos grupos, lo cual indica que los mismos niños perciben ser ellos menos participativos, cooperan menos y su comunicación es evaluada inferiormente frente a los

¹² Para entender como funciona un análisis de Conglomerados se sugiere consultar el Anexo sobre Marco Teórico Estadístico.

demás grupos. Este grupo está compuesto por las niñas y unos pocos hombres, por lo cual sería recomendable que los docentes incentivaran cada uno de estos aspectos sobre el grupo de las niñas.

A su vez, el Conglomerado 3 presenta una media un poco superior al Conglomerado 1 y una desviación típica menor, lo cual indica que, cuando las mujeres valoran más su ambiente de aprendizaje, esta valoración puede ser mayor que la de los hombres y tiende a ser más homogénea en el grupo.

Tabla 16: Frecuencias

Género	Hombres		Mujeres		Total	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje		
Conglomerado	1	49	85,965	0	0,000	49
	2	8	14,035	30	50,000	38
	3	0	0,000	30	50,000	30
Combinados		57	100,000	60	100,000	117

Tabla 17: Perfiles de los Conglomerados (Género)

Centroides		Conglomerado			
		1	2	3	Combinados
Participación	Media	0,4980	0,1916	0,5147	0,4027
	Desv. típica	0,1606	0,1720	0,1006	0,2105
Cooperación	Media	0,4622	0,0829	0,5364	0,3580
	Desv. típica	0,2059	0,2043	0,1458	0,2716
Comunicación	Media	0,4213	0,1523	0,4357	0,3376
	Desv. típica	0,1952	0,2350	0,1481	0,2357
Rol Profesor	Media	0,5452	0,1842	0,6048	0,4432
	Desv. típica	0,2309	0,3498	0,2451	0,3305
Rol Compañeros	Media	0,4304	0,1244	0,5152	0,3528
	Desv. típica	0,2368	0,2251	0,1535	0,2678
Rol propio	Media	0,5306	0,2175	0,5877	0,4435
	Desv. típica	0,1800	0,1989	0,1450	0,2379

Conglomeración por Colegios:

En la conglomeración por colegios se encontró que, para el índice de participación el conglomerado 1 presenta la media más baja, indicando que este aspecto es más débil en el colegio 1. En cuanto a los índices de cooperación y comunicación, las medias son muy similares mostrando que la valoración de los niños hacia estos valores es semejante.

En la evaluación de los roles, los niños del colegio Miravalle muestran una valoración menor hacia los distintos roles que la presentada por los niños de los otros dos colegios, La Giralda y Argelia. Además, se observa notoriamente que los niños del colegio La Giralda presentan la mejor valoración de los distintos roles y valores entre los tres colegios.

Tabla 18: Frecuencias

Colegio	1		2		3		Total
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
1	40	100,000	2	5,128	0	0,000	42
2	0	0,000	37	94,872	0	0,000	37
3	0	0,000	0	0,000	38	100,000	38
Combinados	40	100,000	39	100,000	38	100,000	117

Tabla 19: Perfiles de los Conglomerados (Colegios)

Centroides		Conglomerado			
		1	2	3	Combinados
Participación	Media	0,2533	0,5449	0,4295	0,4027
	Desv. típica	0,2088	0,1556	0,1443	0,2105
Cooperación	Media	0,1922	0,5373	0,3668	0,3580
	Desv. típica	0,2796	0,1924	0,2127	0,2716
Comunicación	Media	0,2041	0,4633	0,3628	0,3376
	Desv. típica	0,2512	0,1968	0,1729	0,2357
Rol Profesor	Media	0,2415	0,6448	0,4699	0,4432
	Desv. típica	0,3673	0,2443	0,2176	0,3305
Rol Compañeros	Media	0,1753	0,5086	0,3971	0,3528
	Desv. típica	0,2429	0,1992	0,2423	0,2678
Rol propio	Media	0,2932	0,6230	0,4349	0,4435
	Desv. típica	0,2394	0,1761	0,1608	0,2379

Conglomeración por Rangos de Edades:

En el proceso de conglomeración por edades se encontró que los niños de 8 años fueron agrupados en su totalidad en el segundo conglomerado, el cual presenta a su vez las medias más altas de todos los índices, luego se aprecia que la valoración de estos niños a cada uno de los valores y de los roles es superior a la de los demás niños en otros rangos de edades. Los demás niños aparecen combinados por edades en los otros dos conglomerados, por lo que se requiere realizar subconglomerados para entender mejor su valoración de los distintos índices.

Tabla 20: Frecuencias

Rangos de Edad		8 Años		9 y 10 Años		Mayores de 11 Años		Total
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
Conglomerado	1	1	9,0909	53	52,4752	2	40	56
	2	10	90,9090	48	47,5247	3	60	61
	Combinados	11	100	101	100	5	100	117

Tabla 21: Perfiles de los Conglomerados (Edades)

Centroide		Conglomerado		
		1	2	Combinados
Participación	Media	0,2421	0,5501	0,4027
	Desv. típica	0,1637	0,1223	0,2105
Cooperación	Media	0,1691	0,5313	0,3580
	Desv. típica	0,2291	0,1751	0,2716
Comunicación	Media	0,1747	0,4871	0,3376
	Desv. típica	0,2038	0,1478	0,2357
Rol Profesor	Media	0,2321	0,6370	0,4432
	Desv. típica	0,3148	0,2013	0,3304
Rol Compañeros	Media	0,1639	0,5260	0,3527
	Desv. típica	0,2269	0,1661	0,2677
Rol propio	Media	0,2866	0,5876	0,4435
	Desv. típica	0,2044	0,1645	0,2379

Subconglomerados

Para poder estudiar un poco más los rangos de los niños mayores de 9 años se realizó un proceso de filtrado y conglomeración de los datos para obtener una mayor profundidad. Para ello, primero se aplicó un filtro que separará los datos correspondientes al rango de edad deseado y con este subconjunto de datos se realizó el proceso de conglomeración que se venía manejando, pero tomando como categoría de los datos cada una de las edades (y no por rangos sino por años).

Rango de Edad 8 años

En este grupo se encuentran 11 niños de 8 años en total y como era de esperarse, este grupo de niños se encuentran todos en el mismo grupo, es decir, que presentan características similares de percepción frente a cada uno de los índices evaluados.

También se observa que los índices mejor valorados por este grupo de niños en su orden son los correspondientes al rol del profesor, el rol propio y la participación en clase, por lo cual podría hacerse énfasis al trabajar con ellos en la valoración del rol de sus compañeros de clase.

Tabla 22: Perfil de los Subconglomerados por rangos de Edad (8 años)

Centroide		Conglomerado 1
Participación	<i>Media</i>	0,45090909
	<i>Desv. típica</i>	0,16009088
Cooperación	<i>Media</i>	0,39844156
	<i>Desv. típica</i>	0,32433383
Comunicación	<i>Media</i>	0,42207792
	<i>Desv. típica</i>	0,13345696
Rol Profesor	<i>Media</i>	0,49350649
	<i>Desv. típica</i>	0,1847628
Rol Compañeros	<i>Media</i>	0,3553719
	<i>Desv. típica</i>	0,20910887
Rol propio	<i>Media</i>	0,4784689
	<i>Desv. típica</i>	0,24512368
Frecuencia (No. De Individuos)		11

Rango de Edad 9 y 10 años

Este grupo contiene niños de 9 y 10 años, por lo que al crear los subconglomerados se generan tres grupos, dos de ellos compuestos por niños de 9 años y el tercero por los niños de 10 años. Al analizar las medias de cada uno de los índices evaluados por los niños en cada grupo se encuentra que los niños de 9 años presentan dos comportamientos extremos frente a los niños de 10 años, es decir, valoran mejor o peor cada índice pero no igual. Además, los niños de 10 años y los niños de 9 años que se encuentran en el primer grupo le dan más importancia al rol que ellos mismos cumplen dentro de la clase, mientras que los niños de 9 años del tercer grupo le dan más importancia al rol que cumple el profesor.

Tabla 23: Frecuencias

Conglomerado	9		10		Total
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
1	50	62,5	0	0,0	50
2	0	0,0	21	100,0	21
3	30	37,5	0	0,0	30
Combinados	80	100,0	21	100,0	101

Tabla 24: Perfil de los Subconglomerados por rangos de Edad (9 y 10 años)

Centroide		Conglomerado			
		1	2	3	Combinados
Participación	<i>Media</i>	0,2744	0,4495	0,5853	0,4032
	<i>Desv. típica</i>	0,1531	0,1930	0,1094	0,2028
Cooperación	<i>Media</i>	0,1978	0,4343	0,5580	0,3539
	<i>Desv. típica</i>	0,2310	0,2308	0,1565	0,2645
Comunicación	<i>Media</i>	0,1957	0,3810	0,5405	0,3366
	<i>Desv. típica</i>	0,1830	0,1960	0,1387	0,2291
Rol Profesor	<i>Media</i>	0,2629	0,5034	0,6857	0,4385
	<i>Desv. típica</i>	0,3480	0,2696	0,1928	0,3454
Rol Compañeros	<i>Media</i>	0,1964	0,3766	0,5909	0,3510
	<i>Desv. típica</i>	0,2362	0,2791	0,1280	0,2775
Rol propio	<i>Media</i>	0,3074	0,5188	0,6211	0,4445
	<i>Desv. típica</i>	0,1799	0,1929	0,1632	0,2257

Rango de Edad mayores de 11 años

El proceso de hacer subconglomerados muestra que el comportamiento de los niños mayores a 11 años al momento de evaluar su ambiente de aprendizaje es similar, es decir, que los niños muy mayores de 12 y 15 años que se encuentran en estos cursos no muestran diferencias frente a los niños de 11 años en la valoración de los índices de valores y roles.

Tabla 25: Perfil de los Subconglomerados por rangos de Edad (Mayores de 11 años)

Centroide		Conglomerado
Participación	<i>Media</i>	0,288
	<i>Desv. típica</i>	0,413
Cooperación	<i>Media</i>	0,351
	<i>Desv. típica</i>	0,350
Comunicación	<i>Media</i>	0,171
	<i>Desv. típica</i>	0,448
Rol Profesor	<i>Media</i>	0,429
	<i>Desv. típica</i>	0,303
Rol Compañeros	<i>Media</i>	0,382
	<i>Desv. típica</i>	0,207
Rol propio	<i>Media</i>	0,347
	<i>Desv. típica</i>	0,451

Tabla 26: Frecuencias

Edad	11	12	15	Total
N	3	1	1	5
%	60%	20%	20%	100%

Capítulo 3: Conclusiones

- En general se encuentra que la evaluación del ambiente de aprendizaje hecha por los niños no es igual para todos y depende del valor que se quiera evaluar. En cuanto a la percepción del respeto y la tolerancia, dado que son valores importantes para la participación y la comunicación de los niños entre sí y con los docentes, se encontró que el 70% de los niños sienten que son tenidos en cuenta por sus profesores y más de la mitad reconocen que son tenidos en cuenta por sus propios compañeros de clase cuando dan sus opiniones o realizan una pregunta. Además, en cuanto al trabajo en grupo y la cooperación se encontró que más de la mitad de los niños se sienten en capacidad de trabajar en grupo y de aprender solos si la situación de trabajo lo amerita, es decir, que la forma de trabajo no es un impedimento para que los niños logren involucrarse en su proceso de aprendizaje.
- Por otra parte, se observó, para el caso de la Alianza, que la participación y la comunicación están muy relacionadas entre sí, lo que invita a profesores y directivas a trabajar por los valores que sustentan estos dos aspectos para seguir mejorando el ambiente de aprendizaje de los niños y con éste sus conocimientos.
- Igualmente, al analizar los índices construidos por los roles evaluados, se encontró una mayor relación entre el rol de cada niño con el de sus compañeros que con el de su profesor, lo cual indica que los docentes están cumpliendo su labor de ser guías en la búsqueda de conocimiento de los niños y que esta búsqueda es un trabajo colectivo.
- También se encontraron algunos aspectos que deben ser tenidos en cuenta por los organizadores de “Pequeños Científicos”, las directivas y los docentes de las instituciones para ser mejoradas durante la construcción y análisis de los índices por valores y por roles evaluados. Por ejemplo, para el caso de la participación, se encontró que no todos los niños se sienten en total libertad de preguntar durante las clases (el 52% de los niños se sienten cohibidos para realizar preguntas por algún motivo o circunstancia) o de dar sus opiniones por temor a equivocarse, por las burlas de sus compañeros (78% de los niños reconocen haberse burlado de sus compañeros) o por el manejo que le pueda dar el profesor.

- En el análisis de Conglomerados realizado para detectar las características de quienes están mejor o peor frente a uno o varios indicadores por valores y roles, se encontró que los hombres presentan una buena participación durante la clase de “Pequeños Científicos”, mientras que las mujeres se encuentran divididas en dos grupos: las que no participan mucho y las que sí participan, incluso más que los hombres, por lo cuál sería recomendable que en el desarrollo de las clases se identificaran a aquellas niñas cuya valoración del ambiente de aprendizaje sea menor y se incentivaran más los valores ciudadanos, tecnológicos y científicos en dicha población.
- Adicionalmente, el análisis por conglomerados arrojó como resultado que los estudiantes pertenecientes al Colegio Miravalle presentan los menores índices de valoración de su ambiente de aprendizaje, tanto en participación, comunicación y cooperación, como en los roles evaluados. Los otros dos colegios, La Giralda y Argelia, presentan evaluaciones similares.
- Entre los grupos de edades se encontró que los menores (los niños de 8 años) son los que tienen más bajos los índices tanto de los valores como de los roles evaluados, lo cual puede sugerir algún tipo de dominación de parte de sus compañeros mayores, por lo que valdría la pena hacerle un seguimiento a esta posible situación. Por su parte, los niños de 9 y 10 años, aunque valoran mejor su ambiente de aprendizaje en relación con sus compañeros menores, se dividen en tres grupos, los de nueve años que menos valoran su ambiente, los de diez años y los de nueve años que aprecian mejor sus clases. Dado que la mayoría de los niños se encuentran en estas edades, se vuelve importante entender por qué se genera esta división y como trabajar para subsanarla por parte de los docentes y del equipo de trabajo de “Pequeños Científicos”.

Capítulo 4: Recomendaciones

- Dentro de las recomendaciones, cabe anotar que el hecho de no encontrar correlaciones entre los índices construidos por “Pequeños Científicos” es debido a que cada pregunta podía encontrarse únicamente dentro de un grupo-valor evaluado, lo cual lo aleja de la realidad de las clases donde una buena comunicación anima a una mejor participación, fortalece la cooperación, ayuda en la forma como se manejan los errores y/o mejora las relaciones con los compañeros y docentes. En otras palabras, no se puede pretender que una pregunta evalúe un solo aspecto de la clase, por lo cual se recomienda una reorganización de las preguntas permitiendo que una sola pregunta forme parte de uno o varios valores según el caso.
- Para la elaboración de trabajos futuros sería aconsejable que “Pequeños Científicos” registre sus bases de datos oficiales de forma estandarizada, que permita comparar diferentes trabajos, y debidamente etiquetadas, de tal forma que no se mezclen con las bases de datos de trabajo y cuyo único fin sea la recolección de la información sobre el programa. También es pertinente que se elabore un documento anexo a cada base de datos en donde se explique la metodología de medición, que significa cada casilla en la base de datos, cuál es su escala y cuales son los posibles errores en su contenido para facilitar el trabajo de futuros investigadores, ya que ésta fue una de las mayores dificultades en el desarrollo de este trabajo.
- También se recomienda ampliar este estudio a otros colegios no pertenecientes a la Alianza Educativa e, incluso, a colegios de otras ciudades con el objeto de compararlos y buscar factores adicionales que puedan estar influyendo en el ambiente de aprendizaje percibido por los niños, describir dicha percepción por edades u otra característica demográfica y/o crear políticas de manejo del programa según la situación específica de cada niño, grupo o institución, entre otras muchas posibilidades de estudios o aplicaciones.

Referencias Bibliográficas

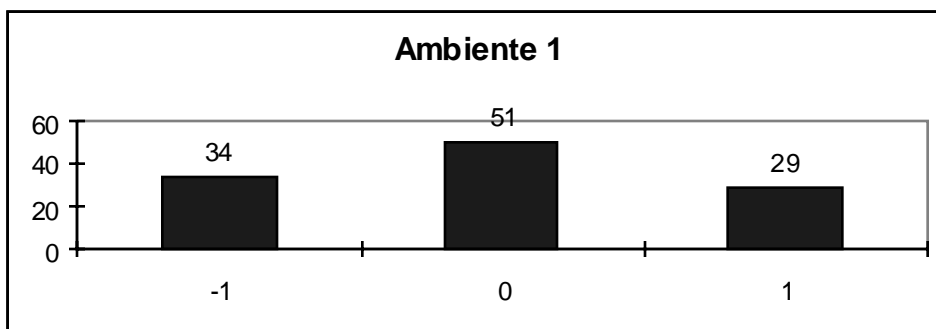
- BETANCOURT, Julián. La popularización de la ciencia y la tecnología. Retos para el siglo XXI, Museo de la ciencia y el juego, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia 2.006
- BOGOTÁ, SECRETARÍA DE EDUCACIÓN. Informe de Rendición de Cuentas 2.005 documento temático Sector Educación [Documento en línea][consultado 24 de abril de 2.006]. Disponible en http://www.sedbogota.edu.co/secretaria/export/SED/seceduccion/documentos/Informe_Rendicion_Cuentas_2005.pdf
- CEA D' ANCONA, María Ángeles. “Análisis Multivariable, Teoría y Práctica en la Investigación Social.” Editorial Síntesis S. A. Madrid-España
- DEWEY; John. Democracy and education: an introduction to the philosophy of education. New York 1966
- JOBSON, J. D. Applied Multivariate Data Analysis, Volume II: Categorical and Multivariate Methods. Springer-Verlag. New York 1.992, 730 p.
- JOHNSON, Dallas E. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Intemational Thomson Editores 1.998, 566 p.
- JOHNSON, Robert. Elementary Statistics. 7º Ed. United States of America. Duxbury Press, 1996. 778 p.
- KENNEDY, John B. y NEVILLE, Adam M. Estadística para Ciencias e Ingeniería. 2º Ed. México D. F. Harla Harper & Row Latinoamericana. 1982, 468 p.
- PEQUEÑOS CIENTÍFICOS. Descripción del Proyecto [Portal de Internet]. Disponible en <http://pequenoscientificos.uniandes.edu.co/>
- PERRY, Patricia Inés, MEZA, Vilma María, FERNÁNDEZ, Felipe y GÓMEZ, Pedro. Matemáticas, Azar y Sociedad, Conceptos Básicos de Estadística. 2º Ed. Bogotá D. C. Una Empresa Docente (Universidad de los Andes), Grupo Editorial Iberoamericana, 1996. 319 p.

- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. Educación Hoy ¿La Educación de Ciencias, en Peligro? Boletín del Sector de la Educación de la UNESCO No. 11, Octubre-Diciembre 2.004 [Documento en línea] [consultado 4 de mayo de 2.006] Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001368/136850s.pdf>
- PEQUEÑOS CIENTÍFICOS. Propuesta Curricular del Proyecto Pequeños Científicos, Sugerencia de aplicación según nivel de educación, visión general de los módulos y características del material necesario para su desarrollo. [Documento en línea][consultado 26 de abril de 2.006] Disponible en http://www.eia.edu.co/educacion/extension/gestion_externa/pequeñoscientíficos/documentos/propuesta_curricular.pdf
- PIXAO, M. de Fátima y CACHAPUZ, Antonio. La Enseñanza de las Ciencias y la Formación de Profesores de Enseñanza Primaria para la Reforma Curricular: de la Teoría a la Práctica. [Documento en línea][consultado 4 de mayo de 2.006] Disponible en <http://www.bib.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/02124521v17n1p69.pdf>
- WACKERLY, Dennis D., MENDENHALL, William y L. SHEAFFER, Richard. Estadística Matemática con Aplicaciones. 6º Ed. México D. F. Thomson, 2004. 853 p.

Anexos

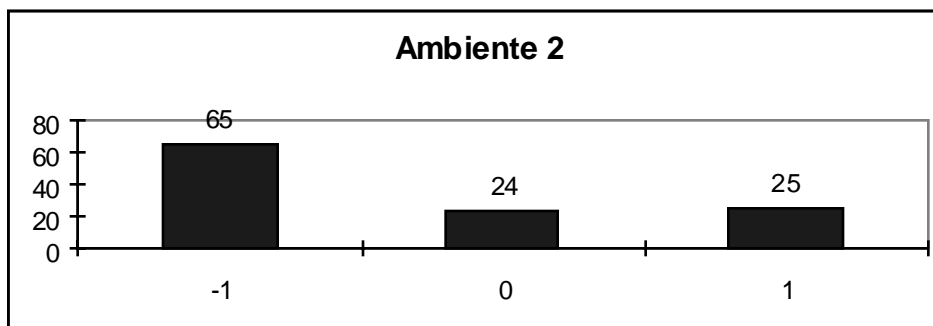
Descripción Estadística de los datos

1. Explico por qué no estoy de acuerdo con lo que alguien dice.



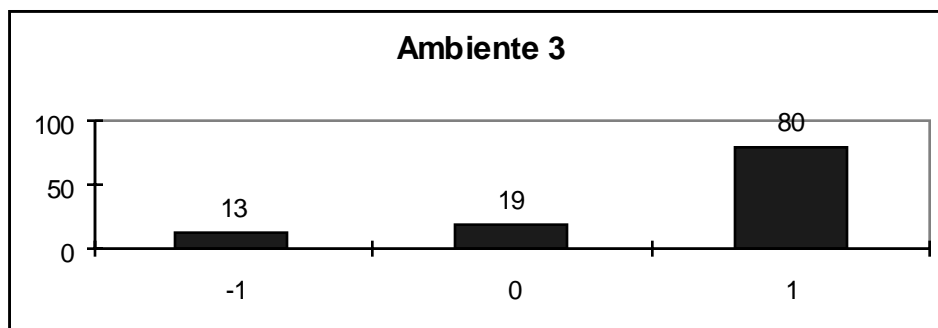
Clase	Frecuencia	%
-1	34	29.82%
0	51	44.74%
1	29	25.44%
Total	114	100.00%
Mediana	0	
Moda	0	

2. Le digo al profesor cuando no estoy de acuerdo con lo que él dice.



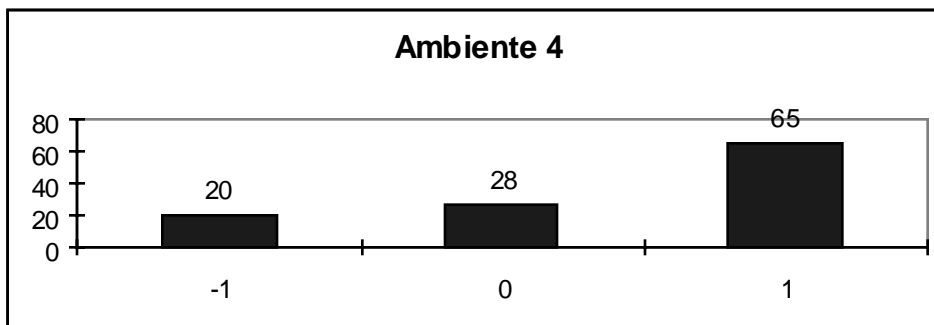
Clase	Frecuencia	%
-1	65	57.02%
0	24	21.05%
1	25	21.93%
<i>Total</i>	114	100.00%
Mediana	-1	
Moda	-1	

3. *El profesor me deja decir lo que yo pienso.*



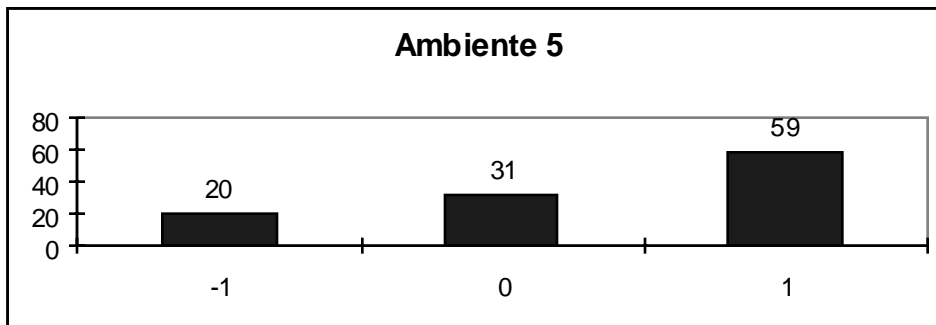
Clase	Frecuencia	%
-1	13	11.61%
0	19	16.96%
1	80	71.43%
<i>Total</i>	112	100.00%
Mediana	1	
Moda	1	

4. *Les explico a mis compañeros lo que yo pienso.*



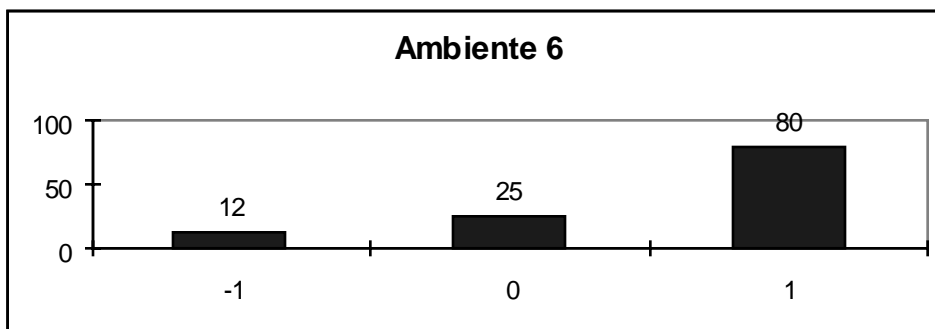
Clase	Frecuencia	%
-1	20	17.70%
0	28	24.78%
1	65	57.52%
Total	113	100.00%
Mediana	1	
Moda	1	

5. *Mis compañeros tienen en cuenta lo que yo digo.*



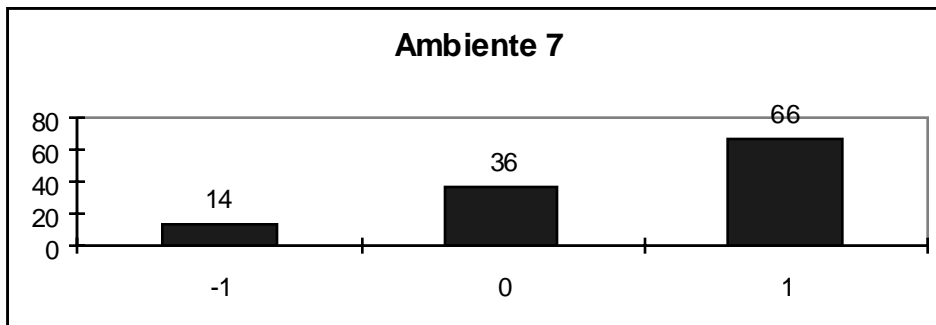
Clase	Frecuencia	%
-1	20	18.18%
0	31	28.18%
1	59	53.64%
Total	110	100.00%
Mediana	1	
Moda	1	

6. *El profesor tiene en cuenta lo que yo digo.*



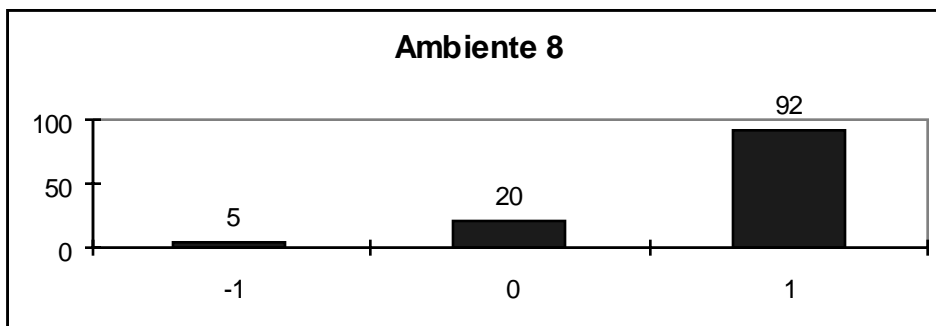
Clase	Frecuencia	%
-1	12	10.26%
0	25	21.37%
1	80	68.38%
<i>Total</i>	117	100.00%
Mediana	1	
Moda	1	

7. *Hago preguntas sobre lo que observo.*



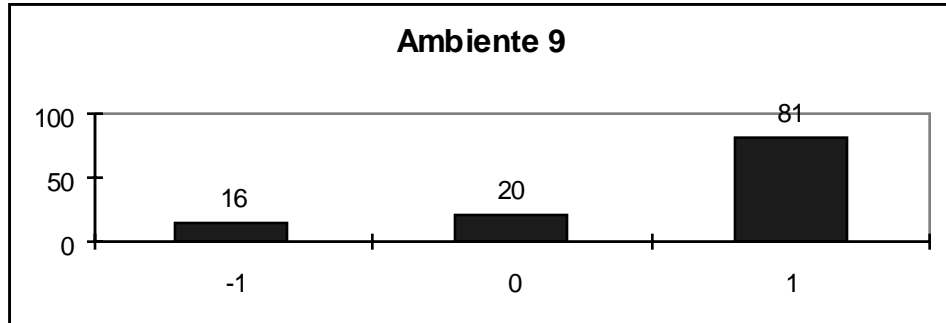
Clase	Frecuencia	%
-1	14	12.07%
0	36	31.03%
1	66	56.90%
<i>Total</i>	116	100.00%
Mediana	1	
Moda	1	

8. *El Profesor hace preguntas.*



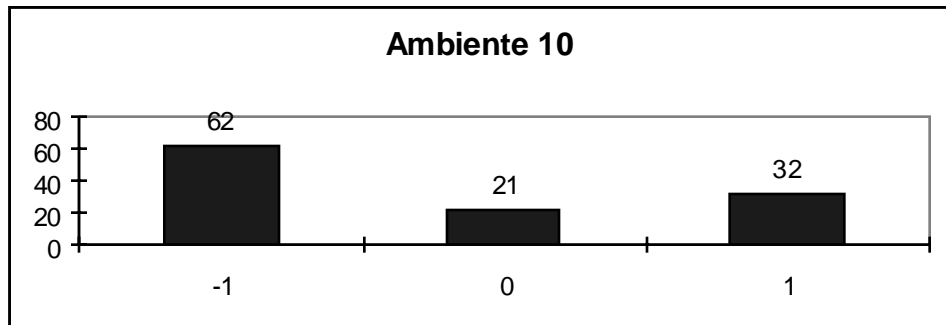
Clase	Frecuencia	%
-1	5	4.27%
0	20	17.09%
1	92	78.63%
<i>Total</i>	117	100.00%
<i>Mediana</i>	1	
<i>Moda</i>	1	

9. *Me pongo de acuerdo con mis compañeros sin pelear.*



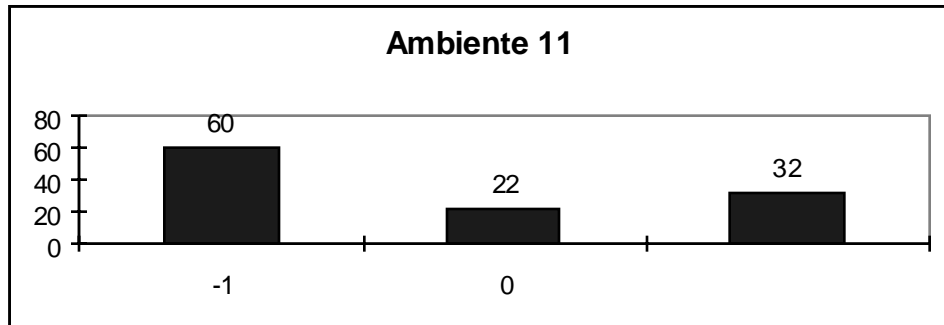
Clase	Frecuencia	% acumulado
-1	16	13.68%
0	20	17.09%
1	81	69.23%
<i>Total</i>	117	100.00%
<i>Mediana</i>	1	
<i>Moda</i>	1	

10. *Lo que digo produce cambios en mi clase.*



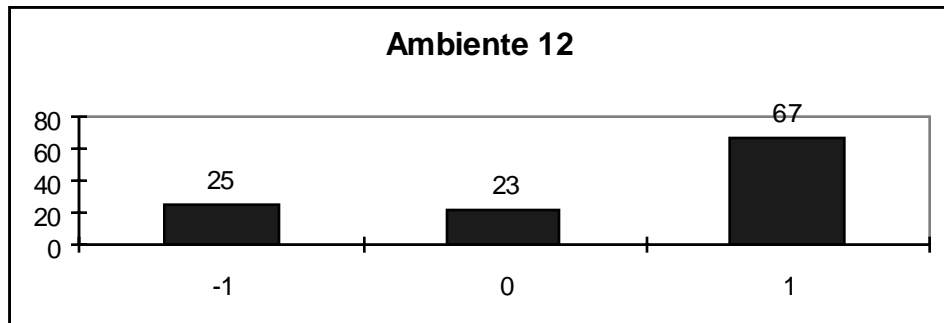
Clase	Frecuencia	%
-1	62	53.91%
0	21	18.26%
1	32	27.83%
Total	115	100.00%
Mediana	-1	
Moda	-1	

11. No me dejan preguntar.



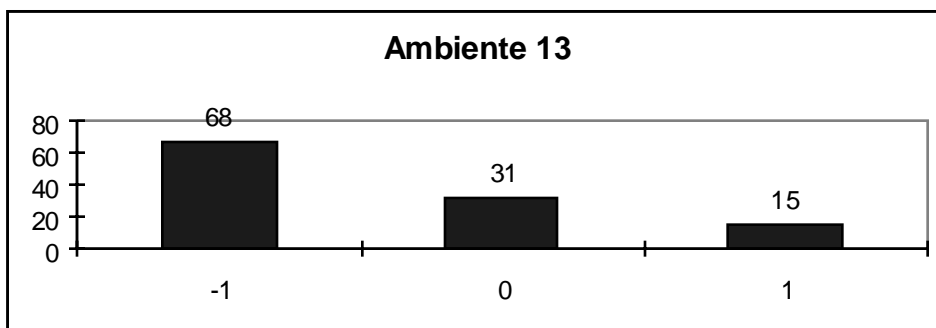
Clase	Frecuencia	%
-1	60	52.17%
0	23	20.00%
1	32	27.83%
Total	115	100.00%
Mediana	-1	
Moda	-1	

12. Cuando me equivoco mis compañeros se burlan de mí.



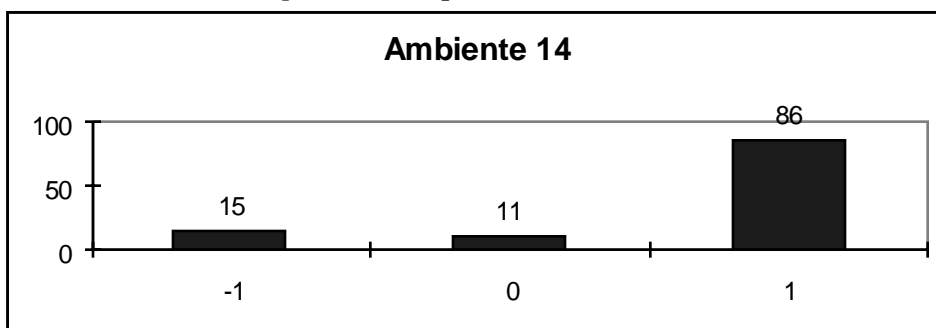
Clase	Frecuencia	%
-1	25	21.74%
0	23	20.00%
1	67	58.26%
<i>Total</i>	115	100.00%
<i>Mediana</i>	1	
<i>Moda</i>	1	

13. Si me equivoco el profesor me dice cual es la respuesta correcta.



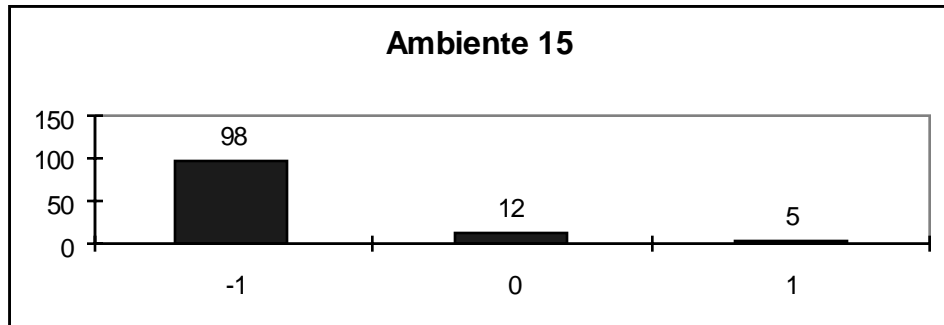
Clase	Frecuencia	%
-1	68	59.65%
0	31	27.19%
1	15	13.16%
<i>Total</i>	114	100.00%
<i>Mediana</i>	-1	
<i>Moda</i>	-1	

14. Me burlo cuando mis compañeros se equivocan.



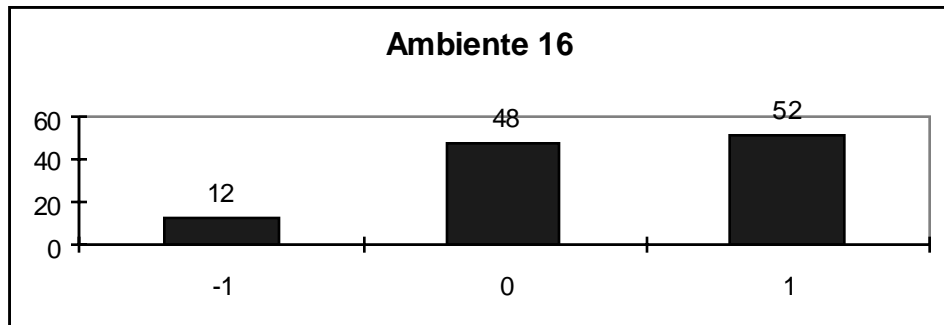
Clase	Frecuencia	%
-1	15	13.39%
0	11	9.82%
1	86	76.79%
Total	112	100.00%
Mediana	1	
Moda	1	

15. El profesor conoce cual es la respuesta correcta.



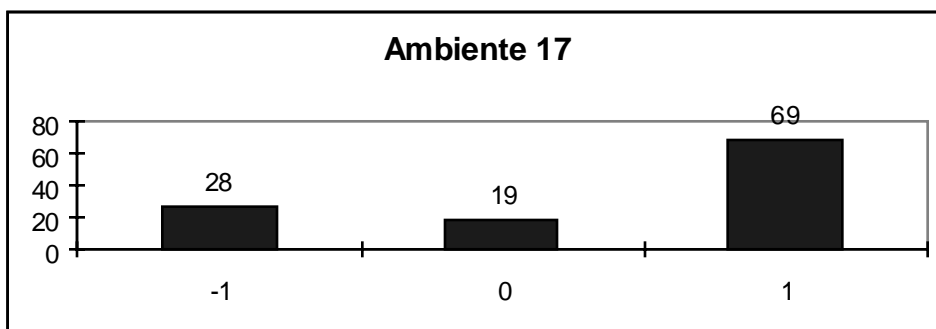
Clase	Frecuencia	%
-1	98	85.22%
0	12	10.43%
1	5	4.35%
Total	115	100.00%
Mediana	-1	
Moda	-1	

16. Puedo equivocarme.



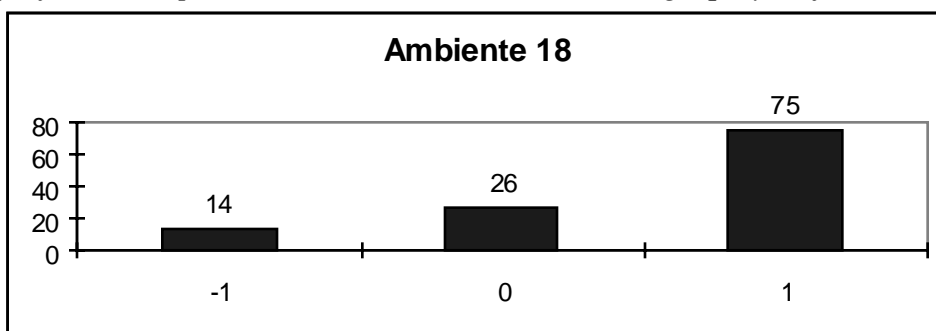
Clase	Frecuencia	%
-1	12	10.71%
0	48	42.86%
1	52	46.43%
Total	112	100.00%
Mediana	0	
Moda	1	

17. Cuando digo algo con lo que mis compañeros no están de acuerdo ellos me explican por qué.



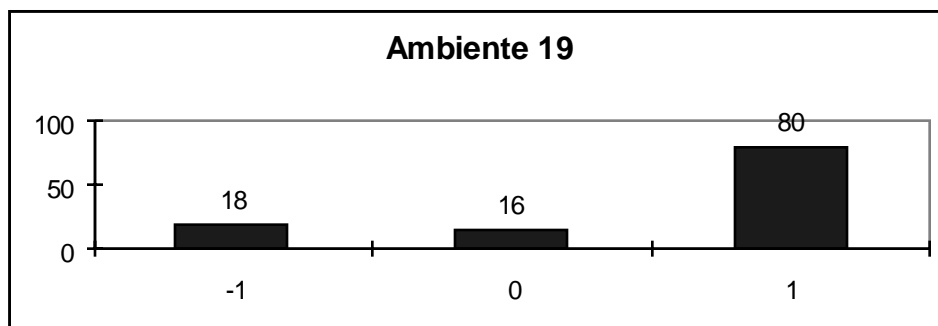
Clase	Frecuencia	%
-1	28	24.14%
0	19	16.38%
1	69	59.48%
Total	116	100.00%
Mediana	1	
Moda	1	

18. El profesor me explica cuando no está de acuerdo con algo que yo dije.



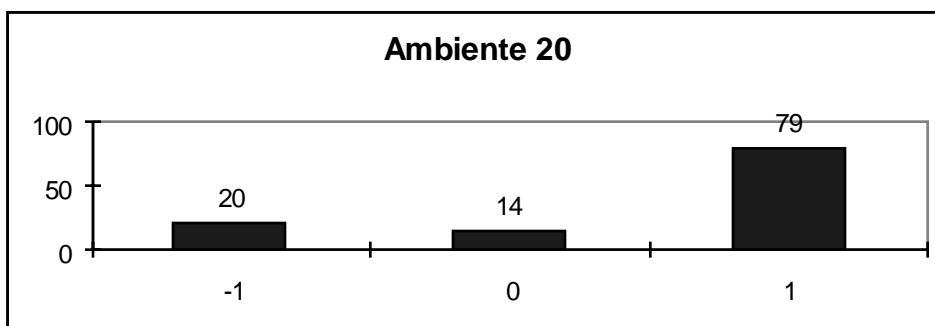
Clase	Frecuencia	%
-1	14	12.17%
0	26	22.61%
1	75	65.22%
<i>Total</i>	115	100.00%
<i>Mediana</i>	1	
<i>Moda</i>	1	

19. Me gusta trabajar con otros.



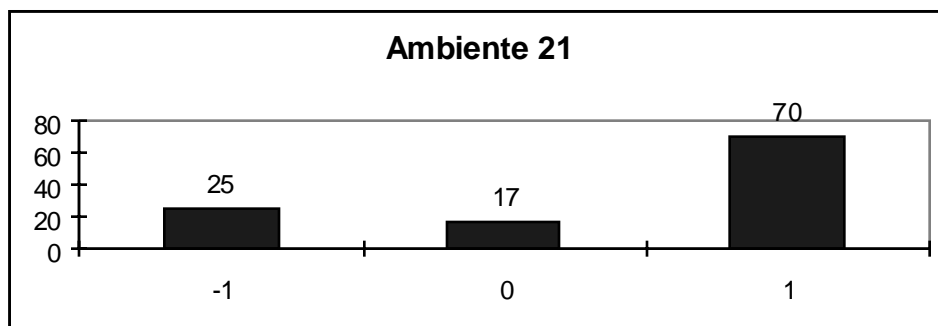
Clase	Frecuencia	% acumulado
-1	18	15.79%
0	16	14.04%
1	80	70.18%
<i>Total</i>	114	100.00%
<i>Mediana</i>	1	
<i>Moda</i>	1	

20. Me siento solo.



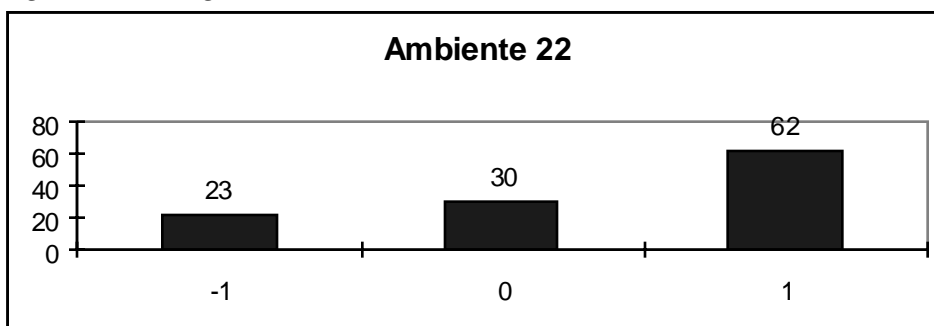
Clase	Frecuencia	%
-1	20	17.70%
0	14	12.39%
1	79	69.91%
<i>Total</i>	113	100.00%
<i>Mediana</i>	1	
<i>Moda</i>	1	

21. *Aprendo solo.*



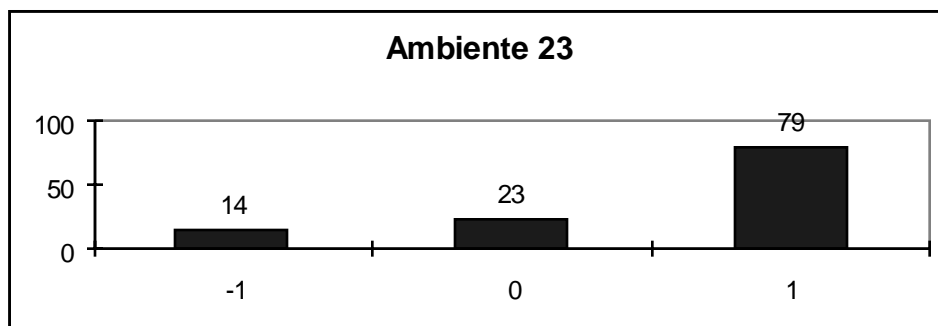
Clase	Frecuencia	%
-1	25	22.32%
0	17	15.18%
1	70	62.50%
<i>Total</i>	112	100.00%
<i>Mediana</i>	1	
<i>Moda</i>	1	

22. *Hago nuevos amigos.*



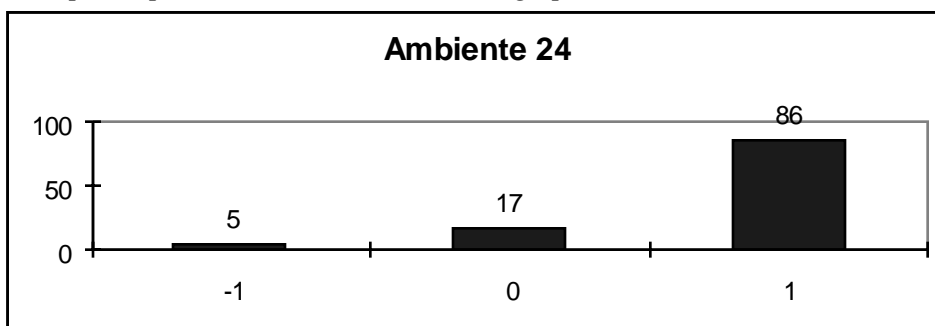
Clase	Frecuencia	%
-1	23	20.00%
0	30	26.09%
1	62	53.91%
Total	115	100.00%
Mediana	1	
Moda	1	

23. Tenemos normas de clase y todos somos responsables de cumplirlas.



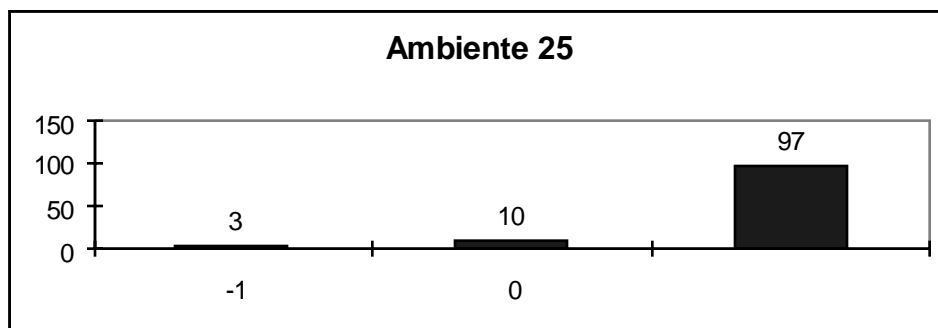
Clase	Frecuencia	%
-1	14	12.07%
0	23	19.83%
1	79	68.10%
Total	116	100.00%
Mediana	1	
Moda	1	

24. Todos participamos en las actividades del grupo.



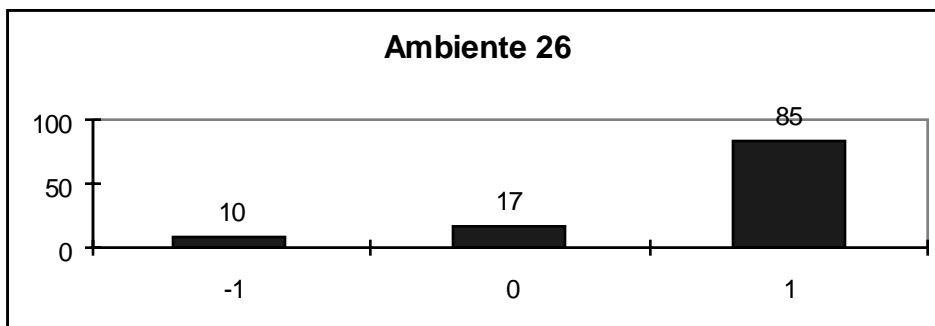
Clase	Frecuencia	%
-1	5	4.63%
0	17	15.74%
1	86	79.63%
Total	108	100.00%
Mediana	1	
Moda	1	

25. *Compartimos el material.*



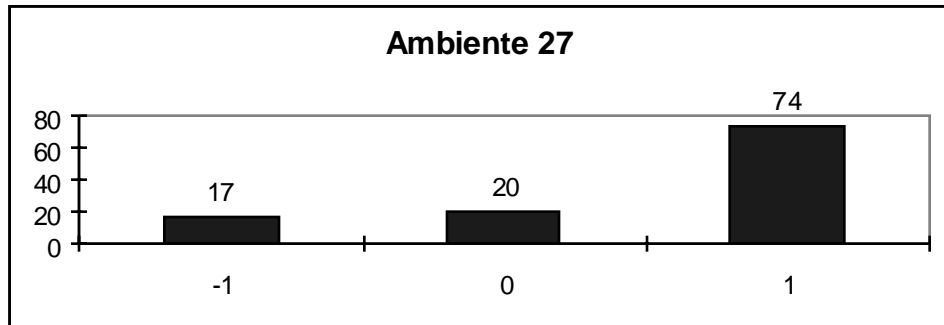
Clase	Frecuencia	%
-1	3	2.73%
0	10	9.09%
1	97	88.18%
Total	110	100.00%
Mediana	1	
Moda	1	

26. *Aprendo de lo que mis compañeros hacen y dicen.*



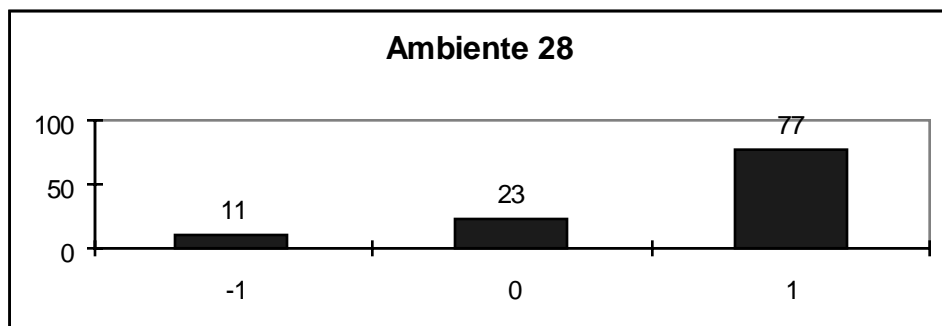
Clase	Frecuencia	% acumulado
-1	10	8.93%
0	17	24.11%
1	85	100.00%
Total		
Mediana	1	
Moda	1	

27. Lo que hacen mis compañeros es importante para terminar la tarea que nos pusieron.



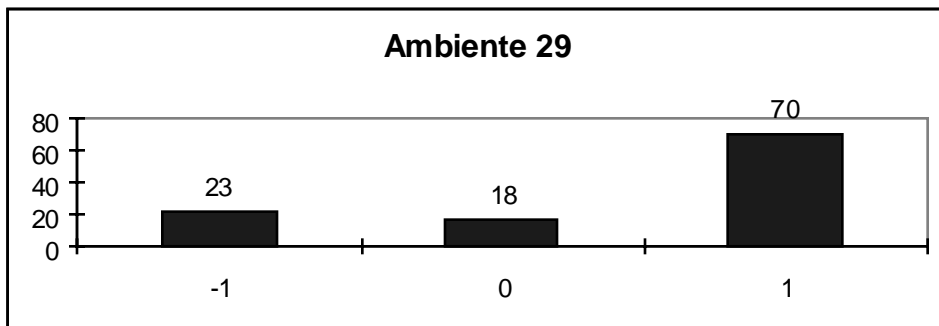
Clase	Frecuencia	% acumulado
-1	17	15,32%
0	20	18,02%
1	74	66,67%
Total	111	100,00%
Mediana	1	
Moda	1	

28. Le ayudo a mis compañeros durante el trabajo.



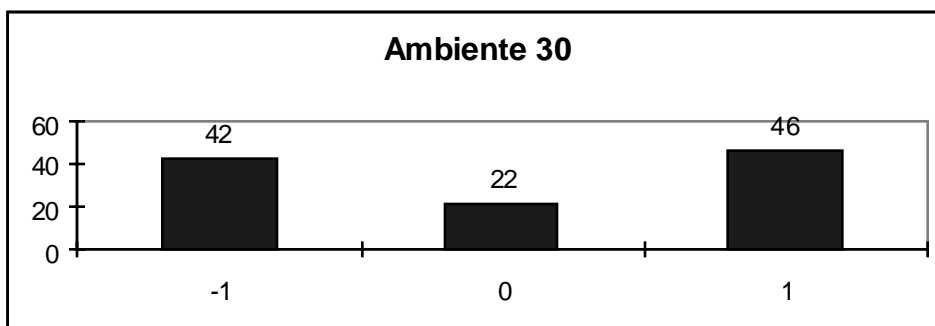
Clase	Frecuencia	% acumulado
-1	11	9.91%
0	23	30.63%
1	77	100.00%
Total		
Mediana	1	
Moda	1	

29. Trabajo con mis compañeros para terminar la tarea que nos pusieron.



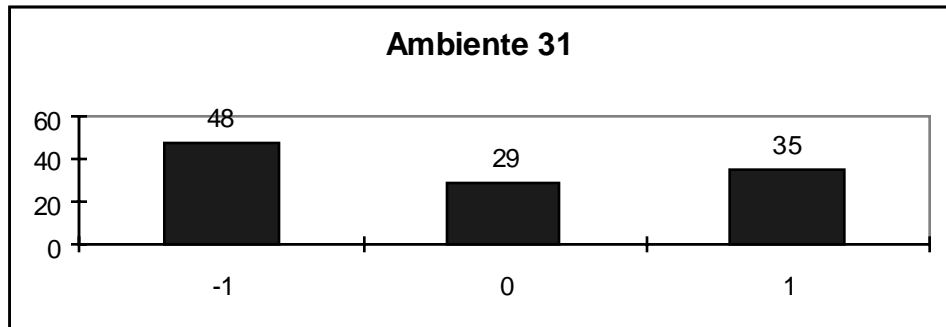
Clase	Frecuencia	% acumulado
-1	23	20.72%
0	18	36.94%
1	70	100.00%
Total		
Mediana	1	
Moda	1	

30. Mis compañeros se preocupan por que yo me sienta bien.



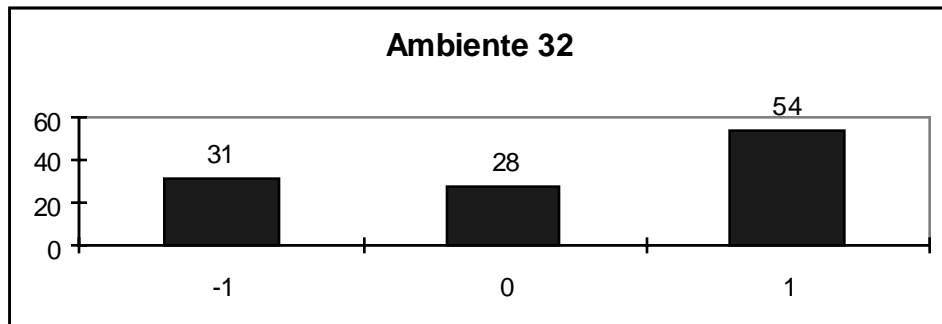
Clase	Frecuencia	% acumulado
-1	42	38.18%
0	22	58.18%
1	46	100.00%
Total		
Mediana	0	
Moda	1	

31. Hago únicamente lo que mis compañeros me han encargado.



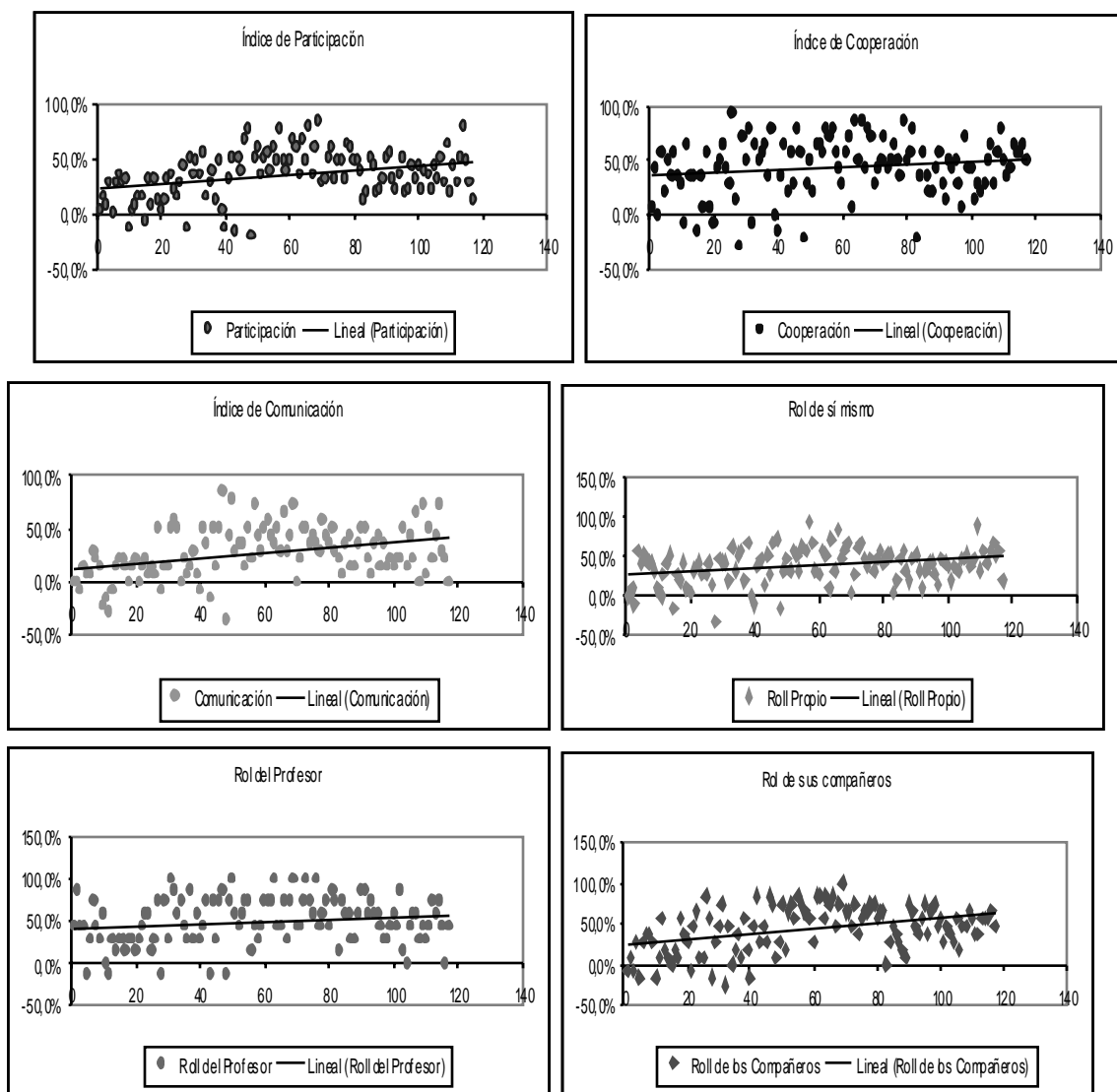
Clase	Frecuencia	%
-1	48	42.86%
0	29	25.89%
1	35	31.25%
Total	112	100.00%
Mediana	0	
Moda	-1	

32. Trabajo con personas diferentes a mis amigos cercanos.

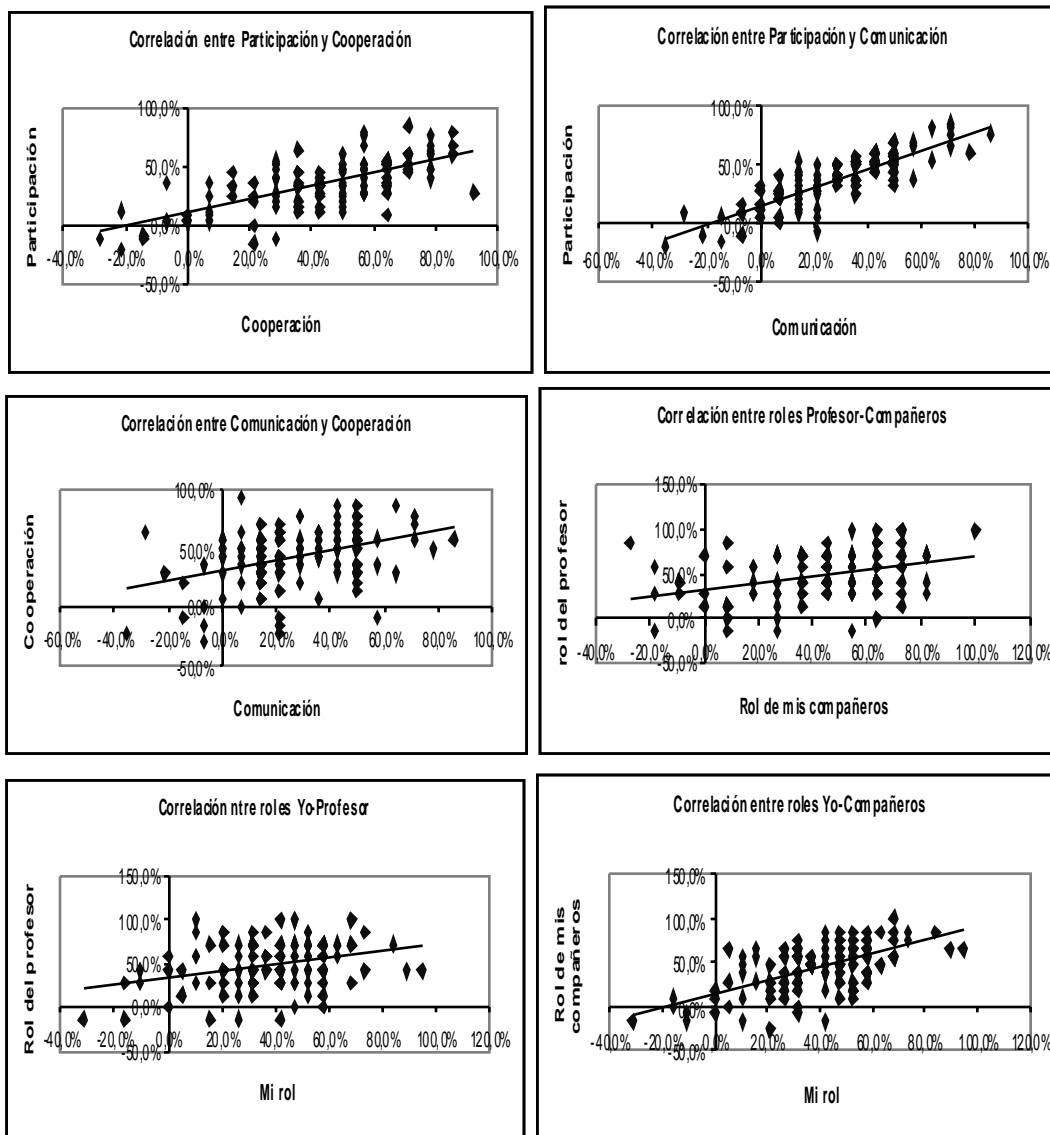


Clase	Frecuencia	% acumulado
-1	31	27.43%
0	28	24.78%
1	54	47.79%
Total	113	100.00%
Mediana	0	
Moda	1	

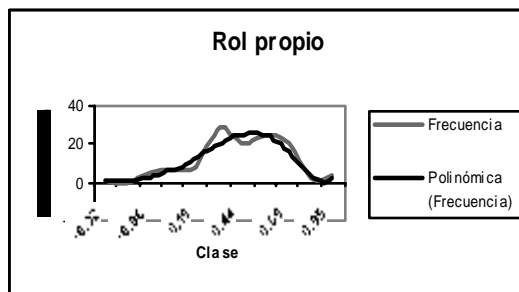
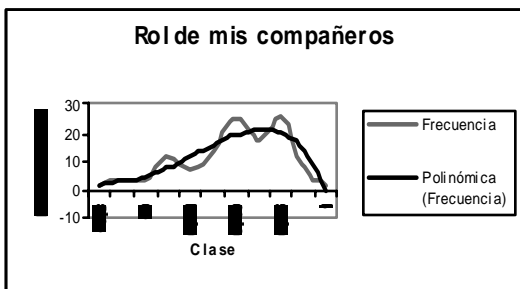
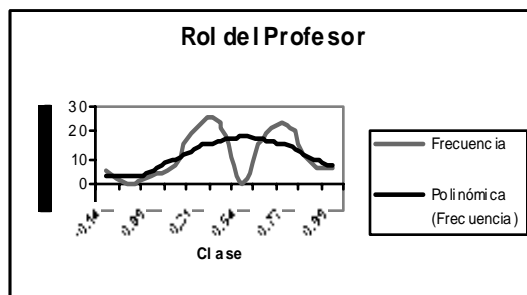
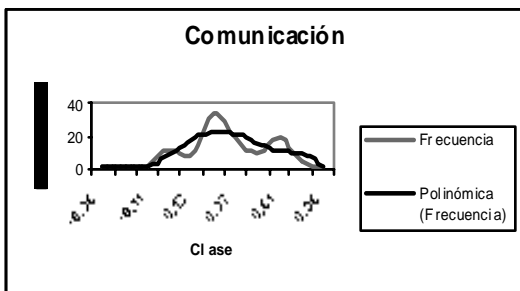
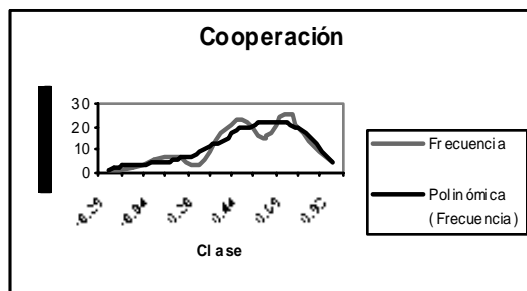
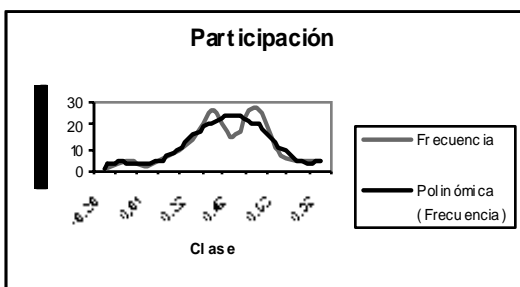
Gráficas de Dispersión de los índices en las nuevas categorizaciones



Correlaciones entre los índices de cada categorización



Frecuencias de los índices por categorías



Marco Teórico Estadístico

Proyectos sociales como “Pequeños Científicos” necesitan de la Estadística para su evaluación ya que en él intervienen diferentes actores humanos que piensan y actúan de formas diferentes, lo que complica aún más sus interrelaciones dando lugar al azar en la realización de los diferentes procesos que se buscan evaluar. Así, debemos buscar simplificar la realidad del proyecto a través de un modelo que nos permita predecir a partir del conocimiento que tenemos del comportamiento de cada uno de los elementos involucrados y de cada una de las interrelaciones que intervienen.

No debemos olvidar que las herramientas estadísticas que podemos utilizar para realizar dicha evaluación pueden ser de carácter descriptivo; aquellas herramientas que intervienen en la recolección, presentación y descripción de los datos recolectados en una muestra; ó inferencial; aquellas que hacen referencia a las técnicas de interpretación de los valores que resultan de las técnicas descriptivas, la toma de decisiones y el delineamiento de conclusiones sobre la *población muestral*.

Para realizar un modelo estadístico, primero debemos identificar la realidad a investigar, determinando los objetivos para los cuales se crea dicho modelo e identificando los factores externos y los elementos relevantes que nos permitan delimitar el problema a estudiar. Esto con el fin de poder definir cuáles serán las *variables* que se tendrán en cuenta y diseñar adecuadamente las preguntas que se incluirán en la encuesta a través de la cual se pretende recoger los datos necesarios para la elaboración del estudio que se está realizando.

Naturaleza de los Datos

La calidad de los datos, la cantidad de información disponible y las limitaciones en su recolección son determinantes a la hora de evaluar un proceso, por ello es importante tener una descripción detallada, a través de la *Estadística Descriptiva*, sobre la muestra a partir de la cual se planea trabajar y saber qué tipo de información es: *corte transversal*, *series de tiempo* o información combinada.

Las series de tiempo indican los valores de una misma variable para un mismo individuo en diferentes tiempos o periodos, mientras que la información de corte transversal hace referencia al valor de una variable para diferentes individuos en el mismo periodo de tiempo.

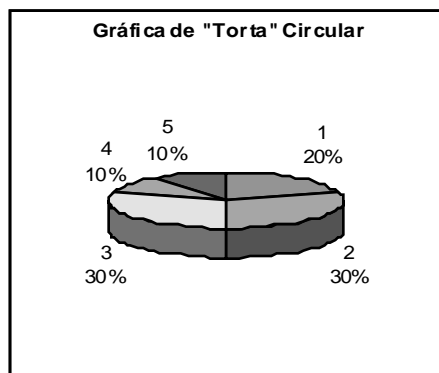
Adicionalmente, podemos encontrar datos *cuantitativos*, que hacen referencia a cantidades numéricas, que a su vez pueden ser continuas o discretas, o datos *cualitativos*, que hablan sobre características específicas no medibles y pueden ser dicótomas, de dos categorías, o categóricas (masculino, femenino), con más de dos categorías (excelente, bueno, aceptable, regular, malo).

Algo muy importante a la hora de recolectar la información es evitar incurrir en errores tales como *sesgo de selectividad*, que en pocas palabras significa no elegir aleatoriamente la muestra sino bajo alguna característica relacionada con la realidad a estudiar y que impide describir el comportamiento del total de la población frente a dicho aspecto o teoría de estudio.

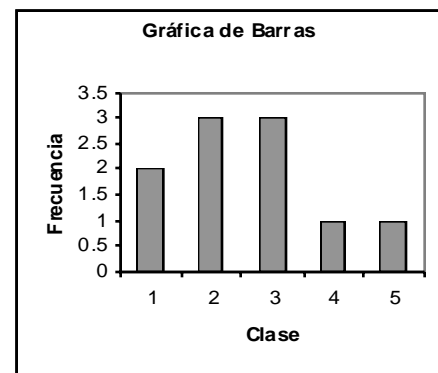
Estadística Descriptiva

Para hacer una inferencia necesitamos describir parcial o totalmente las variables implicadas con el fin de reducir las dificultades que se presentan en la construcción del modelo deseado. Dicha descripción debe permitir una apreciación objetiva del conjunto de datos disponibles para realizar el estudio. Una buena forma de describir los datos es a partir de *histogramas de frecuencias*, en cuyas gráficas se aprecia para cada variable el rango posible y las veces que este aparece en la muestra, y que permiten encontrar la *distribución* de cada variable. Las gráficas de frecuencia pueden presentarse como “tortas” circulares o discos en donde el área de una clase de datos equivale al porcentaje total de apariciones de la misma ó “barras” de frecuencia que pueden ser porcentajes o valores reales.

Gráfica 1



Gráfica 2



A partir de los histogramas de frecuencia se pueden definir *medidas numéricas descriptivas* de manera rigurosa que permitan analizar la información de la muestra, estas son cantidades que permiten describir objetivamente la distribución de frecuencia: medidas de tendencia central y medidas de dispersión o variabilidad de los datos de la muestra. Dentro de las medidas de tendencia central tenemos la *media*, la *mediana* y la *moda*, mientras que en las medidas de dispersión encontramos la *varianza* y la *desviación estándar*.

La media de una muestra de n mediciones $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ no es más que la media aritmética de dichos datos y se determina con la fórmula

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

La media verdadera de una población se denota con la letra μ , así, si se tiene una muestra correspondiente a la población total se tiene que $\mu = \bar{y}$

La mediana es el dato de ubicación central cuando todas las observaciones han sido ordenadas de forma jerárquica según su magnitud. Dado que este es un valor posicional se ve menos afectado que la media por valores extremos al interior del conjunto de datos.

La moda es el dato de la muestra que presenta mayor frecuencia o el más observado. Hay que tener en cuenta que la moda puede no ser única en una muestra, lo que la hace imprecisa como medida de tendencia central en estos casos, pero es muy útil cuando se tienen datos categóricos y la media deja de tener significado por no caer obligatoriamente dentro de una de las posibles categorías.

La varianza de una muestra de medidas $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ es la suma de los cuadrados de las desviaciones entre las medidas y su media sobre n . Es decir, es la desviación cuadrada media y se determina con la fórmula

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2}{n}$$

Esta varianza ha sido calculada a partir de la media real, pero en caso de ser calculada a partir de la media muestral se denomina varianza muestral y se calcula mediante la fórmula

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}$$

La explicación de esta corrección en el denominador consiste en que la suma de las desviaciones adquiere un valor mínimo cuando se toman respecto a la media muestral. Esta corrección se conoce como *corrección de Bessel*, así

$$S^2 = \frac{n}{n - 1} \sigma^2$$

La desviación estándar no es más que la raíz cuadrada de la varianza. Es siempre positiva y sus unidades son las mismas que las de la variable medida, razón por la cual hace más fácil su interpretación frente a la varianza.

Estimación

Como ya se mencionó anteriormente, las poblaciones objeto de estudio pueden caracterizarse a partir de mediciones de descripción numérica llamadas *parámetros*, frente a los cuales se busca hacer inferencias que faciliten llegar al objetivo del trabajo que se está realizando. Dentro de estos parámetros encontramos el *parámetro objetivo*, θ , que es aquel que intentamos estudiar durante el experimento.

Para poder realizar inferencias a partir de los parámetros necesitamos una regla que nos muestre cómo calcular el valor de la estimación deseada (por ejemplo, la media o la varianza de una muestra). Esta regla se conoce como *estimador* y para saber si esta regla es buena o mala se busca que cumpla con ciertas condiciones: *sesgo nulo* y *mínima varianza*.

El Sesgo nulo se refiere a que la diferencia entre lo que esperamos que sea el parámetro estimado y el valor real del parámetro sea nulo, es decir:

$$B(\hat{\theta}) = E(\hat{\theta}) - \theta$$

Donde $B(\hat{\theta})$ es el sesgo y $E(\hat{\theta})$ es el valor esperado o la media de las estimaciones de θ . Las estimaciones que cumplen esta condición se conocen como *insesgadas*.

Por su lado, las estimaciones que poseen mínima varianza son aquellas que en el muestreo repetido buscan estar más cerca de la media, es decir, que si repetimos el cálculo cambiando la muestra, la regla de estimación que se busca es aquella en la que el error cuadrático medio es el menor

$$MSE(\hat{\theta}) = E((\hat{\theta} - \theta)^2) = VAR(\hat{\theta}) + (B(\hat{\theta}))^2$$

Luego, si el estimador cumple ambas condiciones tenemos que

$$MSE(\hat{\theta}) = VAR(\hat{\theta}) = E((\hat{\theta} - E(\hat{\theta}))^2)$$

Dentro de los estimadores más comunes tenemos algunos que ya hemos nombrado como lo son la media muestral \bar{y} para estimar la media poblacional μ y la varianza muestral S^2 para estimar la varianza poblacional σ^2 .

Para saber que tan bueno o malo puede ser un estimador debemos tener en cuenta el *error de bondad*, que consiste en la magnitud de la diferencia entre el parámetro estimado y el parámetro objetivo real.

$$\varepsilon = |\hat{\theta} - \theta|$$

Tenemos que tener en cuenta que $\hat{\theta}$ depende aleatoriamente de la muestra a partir de la cual es construido, por lo que debemos utilizar herramientas probabilísticas para poder hacer afirmaciones sobre él, específicamente, debemos utilizar una *prueba de hipótesis* para saber si el error de bondad puede considerarse como nulo o no.

$$P(\varepsilon < b) = P(|\hat{\theta} - \theta| < b) = P(-b < \hat{\theta} - \theta < b) = P(\theta - b < \hat{\theta} < b + \theta)$$

$$P(\varepsilon < b) = \int_{\theta-b}^{\theta+b} f(\hat{\theta}) d\hat{\theta} = (1 - \alpha)$$

Donde $f(\hat{\theta})$ es la *función de densidad* del parámetro estimado y α es el margen de error que se permite al construir el *intervalo de confianza*, por ejemplo α puede ser del 5% o del 10% según lo que se considere adecuado.

Además de considerar el grado de bondad de los estimadores, se espera que éstos cuenten con otras propiedades matemáticas adicionales que nos faciliten la elección del mejor estimador posible para el parámetro objetivo. Estas propiedades son *eficiencia*, *consistencia* y *suficiencia*.

Si tenemos dos estimadores insesgados para un mismo parámetro objetivo podemos establecer cuál será más eficiente a partir de la razón de sus varianzas, es decir, que el estimador más eficiente es aquel que cumple con la propiedad definida anteriormente como mínima varianza.

$$\text{Eficiencia Relativa} = \frac{\text{VAR}(\hat{\theta}_1)}{\text{VAR}(\hat{\theta}_2)} \leq (\geq) 1$$

Por su parte, un estimador se considera consistente si al aumentar el tamaño de la muestra es más fiel a la realidad, es decir, su valor es más cercano al del parámetro objetivo disminuyendo su varianza, la cual llega a ser nula si la muestra que se toma es toda la población.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(|\hat{\theta}_n - \theta| > \varepsilon) = 0$$

ó

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \text{VAR}(\hat{\theta}_n) = 0$$

Donde $\hat{\theta}_n$ es el estimador calculado a partir de una muestra de tamaño n y ε es un número positivo cercano a cero.

Otra propiedad que se busca en un estimador es que puedan conservar toda la información que se posee sobre el parámetro objetivo en los datos de la muestra, entonces, si tenemos una muestra aleatoria y_1, y_2, \dots, y_n su distribución condicional dado $\hat{\theta}$ no depende de θ . A esta propiedad se le conoce como suficiencia.

Pruebas de Hipótesis

Una de las funciones de la estadística es permitirnos hacer inferencias sobre el parámetro desconocido a partir de la información recogida en la muestra, así una *prueba de hipótesis* es una herramienta que nos permite, con elementos de probabilidad, comprobar si una afirmación puede ser aceptada o no como cierta. Para ello necesitamos confrontar la *hipótesis de investigación o hipótesis nula* H_0 , que es la afirmación que se quiere comprobar a partir de los datos de la muestra, con una *hipótesis alternativa* H_a .

Esta confrontación se hace a partir de un *Estadístico de prueba*, es decir, a partir de una función de distribución de las mediciones que nos permitan construir un criterio de decisión entre las dos hipótesis, pero el tipo de distribución se determina de acuerdo al tamaño de la muestra y a la naturaleza de la hipótesis, así, por ejemplo, si necesitamos cuestionarnos sobre la media poblacional y la muestra es pequeña utilizamos la distribución t de Student, mientras que si la muestra es grande (más de 30 datos) podemos utilizar una distribución normal.

Necesitamos también una *Región de rechazo* a partir de la cual se especifica para qué valores del Estadístico de prueba nos lleva a rechazar o no la hipótesis nula. Pero, al hacer una prueba de hipótesis podemos cometer dos errores comunes: rechazar la hipótesis nula cuando ésta es cierta (error tipo I) o aceptar la hipótesis nula cuando es cierta la hipótesis alternativa (error tipo II), por ello es importante elegir adecuadamente la región de rechazo, y más específicamente el *nivel de significancia* α , que es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula verdadera.

Suponga que $H_0: y = \mu$ y $H_a: y > \mu$, luego, la región de rechazo estará dada por $\{y > k\}$ para algún k previamente seleccionado. Si H_0 es cierta y y tiene una distribución normal Z con media μ y desviación estándar σ y si se quiere un nivel de confianza o de significancia de α , entonces se debe encontrar un valor crítico k a partir del cual rechazamos o no a H_0 , así

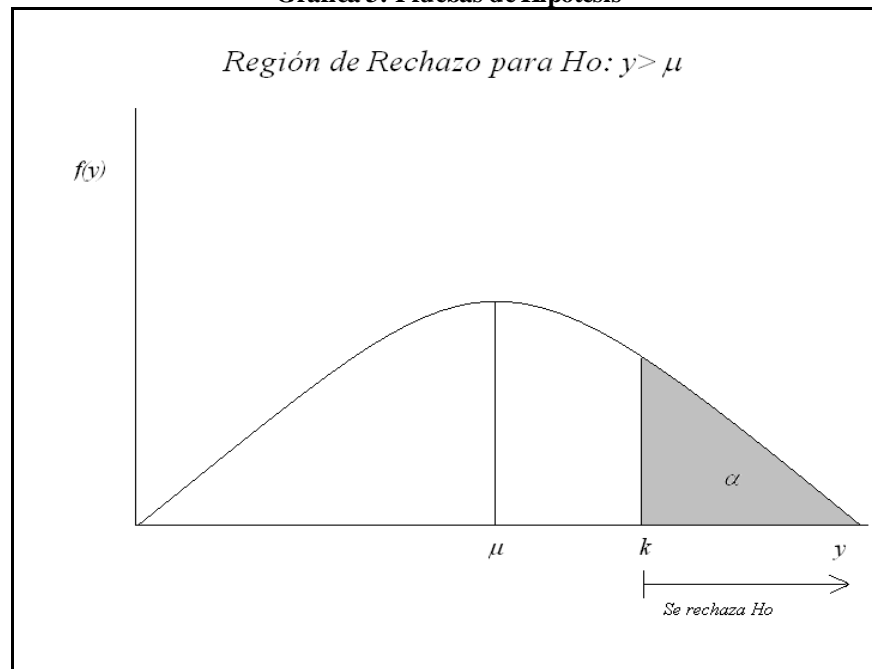
$$P(y > k) = \alpha$$

$$P(Z > z_\alpha) = \alpha$$

$$P\left(\frac{y - \mu}{\sigma} > z_\alpha\right) = \alpha$$

$$P(y > z_\alpha \sigma + \mu) = \alpha$$

Gráfica 3: Pruebas de Hipótesis



Análisis de Datos Categóricos

En las ciencias sociales es común encontrarse con datos categóricos a través de los cuales se clasifica el comportamiento de las personas o a las personas mismas dentro de ciertas clases o categorías. Este tipo de experimentos se conocen como *multinomiales* y se caracterizan porque, al tomar n ensayos independientes, la probabilidad de que el resultado sea una categoría en particular de las k categorías posibles es P_i , donde

$$\sum_{i=1}^k p_i = 1$$

Si solo contamos con dos categorías posibles entonces el experimento sigue una distribución *binomial*. Si este experimento se basa en n ensayos podemos describir su distribución como:

$$p(y) = \binom{n}{y} p^y (1-p)^{n-y}$$

Generalmente, se trabaja p como la probabilidad de éxito del experimento, mientras que $(1-p)$ es la probabilidad de error del experimento. Además, si queremos hacer inferencias sobre este tipo de experimentos, necesitamos calcular su media y su varianza para luego construir estadísticos confiables con este fin. Por ejemplo, para la distribución binomial podemos calcular la media y la varianza así:

$$\mu = E(y) = \sum_y y * p(y) = \sum_{y=1}^n y \binom{n}{y} p^y (1-p)^{(n-y)} = np$$

$$\sigma^2 = V(Y) = E(Y^2) - \mu^2 = np(1-p)$$

Para el caso de un experimento con distribución multinomial, la función de probabilidad conjunta está dada por

$$p(y_1, y_2, \dots, y_k) = \frac{n!}{y_1! y_2! \dots y_k!} p_1^{y_1} p_2^{y_2} \dots p_k^{y_k}$$

E igualmente, podemos calcular la media y la varianza para el caso de un experimento con distribución multinomial así:

$$\mu_i = E(Y_i) = np_i$$

$$\sigma_i^2 = V(Y_i) = np_i(1-p_i)$$

Como ahora contamos con varias posibilidades, también se hace necesario calcular una expresión que nos identifique como se relacionan las distintas categorías entre sí en un experimento con n intentos para k categorías. Esto es lo que se conoce como *covarianza* y está dada por

$$Cov(Y_i, Y_j) = -np_i p_j \quad \text{si } i \neq j$$

La covarianza es negativa puesto que si se tienen varios resultados en la categoría i se espera que la posibilidad de tener un número de resultados en la categoría j sea menor.

Suponga que lo que se quiere hacer inferencias sobre las probabilidades de caer en una categoría i de k posibles cuando se tienen n intentos. Esto se hace por medio de pruebas de hipótesis para lo cual se necesita construir un estadístico en el que se muestre que una varianza pequeña respecto a sus valores esperados es lo ideal, para lo cual se puede utilizar el estadístico de Pearson

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - E(n_i))^2}{E(n_i)} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$$

Si n es muy grande este estadístico tiene aproximadamente una distribución χ^2 con k grados de libertad menos 1 grado de libertad por cada restricción lineal independiente impuesta sobre las frecuencias de las categorías.

Entonces, si queremos saber que tan acertadas son las probabilidades p_{io} supuestas de cada una de las categorías, proponemos un nivel de confianza α y probamos

$$H_0: p_1 = p_{1o}, p_2 = p_{2o}, \dots, p_k = p_{ko}$$

Por ejemplo, si tenemos cinco categorías y X^2 es mayor a 0.711 rechazamos H_0 , por lo que se rechazan los valores propuestos para la probabilidad de cada categoría.

Muchas veces estamos interesados en observar la dependencia de pertenecer a una categoría en un aspecto y a otra en otro, es decir, podemos interesarnos, por ejemplo, en encontrar la relación entre ser hombre o mujer y el rango de estatura. En este caso se busca probar una hipótesis nula que afirma que la primera clasificación en A, B, C, ..., K es independiente del segundo contexto de clasificación 1, 2, ..., s, contra una hipótesis alternativa que afirma lo contrario. Así, se deben estimar las probabilidades de renglón-columna P_{ij} en una tabla de contingencia. Tenga en cuenta que la suma de las probabilidades de cada clasificación (por filas o por columnas) debe ser igual a uno, es decir

$$p_A + p_B + \dots + p_K = 1 \quad \text{y} \quad p_1 + p_2 + \dots + p_s = 1$$

Entonces, si se han tomado n observaciones y si n_{ij} es la frecuencia en el renglón I y en la columna j, el estimador de dicha probabilidad y de su valor esperado están dados por

$$\hat{p}_{ij} = \frac{n_{ij}}{n} \quad i = A, B, \dots, K \quad \text{y} \quad j = 1, 2, \dots, s$$

$$E(n_{ij}) = np_i p_j$$

Luego, el estadístico de prueba X^2 en este caso tendrá en cuenta que sus grados de libertad estarán dados por la fórmula $sk - 1 - (s - 1) - (k - 1) = (s - 1)(k - 1)$ donde s es el número de filas y k el número de columnas, dadas las restricciones lineales impuestas y se construye similarmente como

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^s \frac{(n_{ij} - E(n_{ij}))^2}{E(n_{ij})} \sim \chi^2$$

El análisis que luego se realiza de pruebas de hipótesis tiene el mismo manejo que en el caso de tener una sola clasificación.

Análisis Multivariado

En muchas oportunidades, los investigadores se enfrentan a un conjunto de datos de múltiples variables, es decir, aquellos que contienen información sobre más de un atributo o característica para cada individuo evaluado. El objetivo del análisis multivariado es, entonces, resumir la información en unos pocos parámetros fáciles reinterpretar y/o encontrar la posibles relaciones entre las variables, los individuos o las variables y los individuos.

Existen varias técnicas para la manipulación de este tipo de datos según el interés del investigador, pero se pueden clasificar en dos grupos, aquellas que se centran en las variables evaluadas (análisis de componentes principales, análisis por factores, análisis de regresión y análisis de correlación entre otros) y los que se centran en los individuos (análisis discriminante, análisis por agrupación y análisis multivariado de la varianza MANOVA)

Análisis por Agrupación o Conglomerados (Clusters)

Esta técnica de análisis busca agrupar los datos de tal forma que se puedan encontrar interdependencias entre ellos para facilitar la clasificación o bien de un individuo dentro de uno u otro de los grupos propuestos, o bien qué variables definen a cada grupo de individuos encontrados, por ello es importante que los grupos o conglomerados sean estrictamente excluyentes entre sí para evitar ambigüedades al incluir nuevos individuos o nuevas variables en esta clasificación.

Para aplicar este tipo de análisis se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Seleccionar las variables a través de las cuales se va a realizar el proceso de conglomeración. Esta elección determina tanto la cantidad de conglomerados como su conformación., por ello se deben limitar a aquellas variables que sean relevantes según el marco teórico en el que se esté desempeñando la investigación. Además, es importante tener en cuenta que entre más variables irrelevantes se incluyan en el análisis mayor es la probabilidad de encontrar datos atípicos.

Hay que tener en cuenta que, muchas veces la relevancia de una variable va de la mano con una posible colinealidad con otras variables elegidas, por lo que el proceso de selección debe ser ordenado y debe hacerse de atrás hacia delante para evitar excluir alguna variable importante, es decir, que deben irse eliminando variables del total y no incluir a partir del vacío.

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta antes de pasar a la siguiente etapa es estandarizar las variables, dado que variables con rangos elevados pueden ejercer más influencia en los resultados que las otras variables.

2. Elegir la regla o procedimiento a través del cual se van a agrupar los datos, así como el algoritmo empleado para ello. Este procedimiento puede ser jerárquico o no jerárquico. Entre los jerárquicos encontramos diferentes métodos como los aglomerativos (distancias mínimas o máximas, promedios entre grupos e intragrupos, el método del centroíde y el de la mediana, entre otros)¹³ y divisivos (partición binaria y método de Ward), mientras que entre los no jerárquicos encontramos métodos directos (conglomeración en bloques de Hartingan), búsqueda de densidad (Aproximación tipológica y aproximación probabilística) y métodos de reasignación o de partición iterativa (nubes dinámicas, método de K-means y Quick cluster analysis).
3. Elegir las medidas de distancia y proximidad que permiten establecer los límites entre los distintos conglomerados. Éstas dependen del tipo y naturaleza de los datos con los que se cuentan. Por ejemplo, para las variables continuas se pueden utilizar medidas de distancias como la euclídea y medidas de similitud como la correlación de Pearson, mientras que para las variables discretas, las herramientas cambian según el rango y el nivel de medición
4. Decidir cuantos conglomerados se requieren construir. Para ello, no existe un procedimiento específico que sea aceptado por todos los investigadores, pero se pueden tener en cuenta criterios teóricos según el contexto del problema o criterios de medida según la distancia elegida en el paso anterior. En este último se tienen en cuenta los “*coeficientes de conglomeración*”, que indican el valor numérico que propicia la mejor forma de unir los individuos o variables para formar conglomerados.
5. Presentar la información gráfica y numéricamente. Esta presentación puede incluir tablas de frecuencia, donde se realiza el conteo de los elementos en cada conglomerado; conglomerado de pertenencia, donde se indica a que conglomerado pertenece cada uno de los individuos y la distancia de cada individuo al centro del conglomerado respectivo, y tablas de los centros de los conglomerados, donde se describe el comportamiento de cada uno de los individuos tomados como centros en cada conglomerado.
6. Comprobar la veracidad de los resultados para validar la información obtenida. En este paso, se verifica la significancia de la información obtenida y se analizan las posibles inferencias sobre los resultados, sus posibles generalizaciones y limitantes según las necesidades del estudio que se está realizando.

¹³ Para ampliar la información sobre cada uno de los métodos se puede consultar CEA D' ANCONA

Análisis de Varianza ANOVA

En este análisis se incluye información relativa a la variabilidad de las variables. Se puede utilizar para comparar las medias de dos o más grupos. Así, la hipótesis nula consiste en $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$, donde cada uno de los μ representan la media de cada una de las poblaciones a comparar. Para realizar luego esta comparación y saber si rechazamos o no la hipótesis nula, se necesita de un nivel de confiabilidad o significancia α sobre el estadístico F que se va a crear.

Para su aplicación se requiere de tres condiciones: que los errores sean independientes, que éstos se distribuyan normalmente y que la varianza no cambie según los datos que se toman (homoscedasticidad)¹⁴

Tabla 27: ANOVA

Fuente de Variación	de	Grados de Libertad	de	Suma de Cuadrados	Estadístico F
Entre Grupos		$k-1$		$S.C.E = \sum_j \sum_i (X_i - \mu_j)^2$	$F = \frac{S.C.I_{N-k}}{S.C.E_{k-1}}$
Intra Grupos		$N-1$		$S.C.I = \sum_i n_i * (\mu_i - MG)^2$ donde n_i es el tamaño de cada muestra, μ_i es la media de cada grupo y MG es la media del total entre todos los grupos.	
TOTAL				$S.C.T = \sum_i (X_i - MG)^2$ donde $MG = \sum_i X_i / N$, es la media general.	

¹⁴ Este tema se encuentra más detallado en JOHNSON, Robert. Elementary Statistics. 7° Ed. United States of America. Duxbury Press, 1996. 778 p.

Definición de los Índices por valores y Roles

Tabla 28: Preguntas de la Encuesta

	Siempre	Casi Siempre	Algunas Veces	Casi Nunca	Nunca
1 Explico por qué no estoy de acuerdo con lo que alguien dice	5	4	3	2	1
2 le digo a mi profesor cuando no estoy de acuerdo con lo que el dice	5	4	3	2	1
3 El profesor me deja decir lo que yo pienso	5	4	3	2	1
4 Le explico a mis compañeros lo que yo pienso	5	4	3	2	1
5 Mis compañeros tienen en cuenta lo que yo digo	5	4	3	2	1
6 El profesor tiene en cuenta lo que yo digo	5	4	3	2	1
7 Hago preguntas sobre lo que observo	5	4	3	2	1
8 El profesor hace preguntas	5	4	3	2	1
9 Me pongo de acuerdo con mis compañeros sin pelear	5	4	3	2	1
10 Lo que digo produce cambios en mi clase	5	4	3	2	1
11 No me dejan preguntar	1	2	3	4	5
12 Cuando me equivoco mis compañeros se burlan de mí	1	2	3	4	5
13 Si me equivoco el profesor me dice cual es la respuesta correcta	1	2	3	4	5
14 Me burlo cuando mis compañeros se equivocan	1	2	3	4	5
15 El profesor conoce la respuesta correcta	1	2	3	4	5
16 Puedo equivocarme	5	4	3	2	1
17 Cuando digo algo con lo que no están de acuerdo mis compañeros, ellos me explican por qué.	5	4	3	2	1
18 El profesor me explica cuando digo algo con lo que él no está de acuerdo	5	4	3	2	1
19 Me gusta trabajar con otros	5	4	3	2	1
20 Me siento solo	1	2	3	4	5
21 Aprendo solo	1	2	3	4	5
22 Hago nuevos amigos	5	4	3	2	1
23 Tenemos normas de clase y todos somos responsables de cumplirlas	5	4	3	2	1
24 Todos participamos en las actividades del grupo	5	4	3	2	1
25 Compartimos material	5	4	3	2	1
26 Aprendo de lo que mis compañeros hacen y dicen	5	4	3	2	1
27 Lo que hacen mis compañeros es importante para terminar la tarea que nos pusieron	5	4	3	2	1
28 Le ayudo a mis compañeros durante el trabajo	5	4	3	2	1
29 Trabajo con mis compañeros para terminar la tarea que nos pusieron	5	4	3	2	1
30 Mis compañeros se preocupan por que yo me sienta bien	5	4	3	2	1
31 Hago únicamente lo que mis compañeros me han encargado	1	2	3	4	5
32 Trabajo con personas diferentes a mis amigos cercanos	5	4	3	2	1

Fuente: Encuesta de Aprendizaje "Pequeños Científicos" 2005

Tabla 29: Clasificación de las Preguntas por Valor y por Rol evaluado

No.	Pregunta	Clasificación "Pequeños Científicos"	Valor Evaluado por el niño	Rol Evaluado por el niño
1	Explico por qué no estoy de acuerdo con lo que alguien dice	Opinión	Participación-Comunicación	el de él mismo
2	Le digo a mi profesor cuando no estoy de acuerdo con lo que él dice	Opinión	Participación-Comunicación	el de él mismo
3	El profesor me deja decir lo que yo pienso	Opinión	Participación-Comunicación	el del profesor
4	Le explico a mis compañeros lo que yo pienso	Opinión	Participación-Comunicación	el de él mismo
5	Mis compañeros tienen en cuenta lo que yo digo	Opinión	Participación	el de sus compañeros
6	El profesor tiene en cuenta lo que yo digo	Opinión	Participación	el del profesor
7	Hago preguntas sobre lo que observo	Opinión	Participación	el de él mismo
8	El profesor hace preguntas	Opinión	Participación-Comunicación	el del profesor
9	Me pongo de acuerdo con mis compañeros sin pelear	P. Democrática	Cooperación	el de él mismo y el del grupo
10	Lo que digo produce cambios en mi clase	Opinión	Participación-Comunicación	el de él mismo y el del profesor
11	No me dejan preguntar	Opinión	Participación-Comunicación	el del profesor y el del grupo
12	Cuando me equivoco mis compañeros se burlan de mí	Error	Participación-Comunicación	el de sus compañeros
13	Si me equivoco el profesor me dice cuál es la respuesta correcta	Error	Participación-Comunicación	el del profesor
14	Me burlan cuando mis compañeros se equivocan	Error	Participación-Comunicación	el de él mismo
15	El profesor conoce la respuesta correcta	Error	Participación-Comunicación	el del profesor
16	Puedo equivocarme	Error	Cooperación-Participación	el del profesor y el del grupo
17	Cuando digo algo con lo que no están de acuerdo mis compañeros, ellos me explican por qué.	Error	Participación-Comunicación	el de sus compañeros
18	El profesor me explica cuando digo algo con lo que él no está de acuerdo	Error	Participación-Comunicación	el del profesor
19	Me gusta trabajar con otros	Relaciones	Cooperación-Participación	el de él mismo
20	Me siento solo	Relaciones	Cooperación-Participación	el de él mismo
21	Aprendo solo	Relaciones	Cooperación-Participación	el de él mismo
22	Hago nuevos amigos	Relaciones	Cooperación-Participación	el de él mismo
23	Tenemos normas de clase y todos somos responsables de cumplirlas	P. Democrática	Cooperación	el de él mismo y el del grupo
24	Todos participamos en las actividades del grupo	Tra b. Cooperativo	Participación	el de él mismo y el del grupo
25	Compartimos material	Tra b. Cooperativo	Cooperación	el de él mismo y el del grupo
26	Aprendo de lo que mis compañeros hacen y dicen	Tra b. Cooperativo	Participación-Comunicación	el de él mismo
27	Lo que hacen mis compañeros es importante para terminar la tarea que nos pusieron	Tra b. Cooperativo	Cooperación-Participación	el de sus compañeros
28	Le ayudo a mis compañeros durante el trabajo	Tra b. Cooperativo	Cooperación	el de él mismo
29	Trabajo con mis compañeros para terminar la tarea que nos pusieron	Tra b. Cooperativo	Cooperación	el de él mismo
30	Mis compañeros se preocupan por que yo me sienta bien	Relaciones	Cooperación-Participación	el de sus compañeros
31	Hago únicamente lo que mis compañeros me han encargado	Tra b. Cooperativo	Cooperación	el de él mismo
32	Trabajo con personas diferentes a mis amigos cercanos	Tra b. Cooperativo	Cooperación	el de él mismo

Fuente: Encuesta de Aprendizaje "Pequeños Científicos" 2.005